COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 JANVIER 1880.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE. — *De l'influence de la température et de l'élasticité sur les câbles des ponts suspendus;* par M. **H. Resal**.

« 1. *Température.* — Comme la déformation d'un câble due à une variation de température est faible, on peut, sans grande erreur, substituer au polygone funiculaire la parabole passant par ses sommets et admettre par approximation que les sommets des rouleaux d'appui sont des points fixes; cette dernière hypothèse se justifie en raison des frottements et des chambres peu accessibles aux changements de température dans lesquelles les rouleaux sont placés.

» Soient

A, A′ les points fixes du câble, le premier étant censé se trouver au niveau le moins élevé;

O le sommet de la parabole à la température ordinaire t;

Oy, Ox la verticale et l'horizontale de ce point;

$a = BB'$ l'ouverture, $b = A'A_1$ la hauteur de A' au-dessus de A;
$\chi = OB$, $\eta = AB$ les coordonnées de A;
L la longueur de l'arc AOA' à la température t;

$$(1) \qquad y = kx^2$$

l'équation de la parabole, dans laquelle

$$(2) \qquad k = \frac{p}{2\tau l},$$

l désignant l'équidistance des tiges, τ la tension au sommet du polygone funiculaire, p l'effort de traction exercé sur chaque tige de suspension.

» Comme en pratique $\frac{dy}{dx}$ atteint au plus $\frac{1}{4}$, on peut prendre pour l'élément d'arc

$$ds = \left(1 + \frac{1}{2}\frac{dy^2}{dx^2}\right) = (1 + 2k^2x^2)\,dx,$$

d'où, en intégrant entre les limites $x = \chi$, $x = -(a - \chi)$,

$$(3) \qquad L = a + \frac{2k^2}{3}[\chi^3 + (a - \chi)^3].$$

Nous avons d'ailleurs

$$(4) \qquad \eta = k\chi^2,$$

$$(5) \qquad \eta + b = k(a - \chi)^2,$$

d'où

$$(6) \qquad k = \frac{\eta + b}{(a - \chi)^2},$$

$$(7) \qquad b = k[(a - \chi)^2 - \chi^2].$$

» Soient ∂t une variation éprouvée par la température, α le coefficient de dilatation du fer; comme on a $\partial L = \alpha L \partial t$, l'équation (3) donne

$$\alpha L \partial t = \frac{4k}{3}[\chi^2 + (a - \chi)^2]\,\delta k + 2k^2[\chi^2 - (a - \chi)^2]\,\delta\chi,$$

d'où, en vertu de cette même équation et de la formule (7),

$$(8) \qquad \alpha L \delta t = 2(L - a)\frac{\delta k}{k} - 2kb\,\delta\chi.$$

Mais de cette dernière formule on déduit

(9) $$\partial\chi = \frac{b\,\partial k}{2k^2 a};$$

on a donc, par suite, en ayant égard à (6),

(10) $$\partial k = \frac{\alpha L(\eta + b)\partial t}{\left[2(L - a) - \frac{b^2}{a}\right](a - \chi)^2}.$$

» Les formules (2) et (5) donnent ensuite, pour les variations de τ et de la flèche,

(11) $$\partial\tau = -\frac{p}{2l}\frac{\partial k}{k^2},$$

(12) $$\partial\eta = (a - \chi)^2\left[1 - \frac{(a - \chi)b}{(\eta + b)a}\right]\partial k.$$

» Quand les piliers sont d'égale hauteur, on a

$$\chi = \frac{a}{2}, \quad b = 0, \quad k = \frac{4\eta}{a^2}, \quad L - a = \frac{8}{3}\frac{\eta^2}{a}, \quad \partial k = \frac{3\alpha L\,\partial t}{2\eta a},$$
$$\partial\eta = \frac{2}{3}\frac{\alpha L a\,\partial t}{\eta}, \quad \partial\tau < 0.$$

» Si $\eta = 0$, $\chi = 0$, comme cela a lieu pour le pont supérieur de Fribourg et pour les travées terminales du pont de Manheim sur le Necker, on a

$$b = ka^2, \quad L - a = \frac{2}{3}\frac{b^2}{a}, \quad \partial k = -\frac{3\alpha L\,\partial t}{ab},$$
$$\partial\chi = -\frac{3a^2}{2l^2}\alpha L\partial t, \quad \partial\eta = 0, \quad \partial\tau > 0.$$

» 2. *Élasticité.* — Ces effets ne peuvent avoir quelque importance que lorsque les piliers sont d'égale hauteur, comme je le supposerai dans ce qui suit.

» Je considérerai donc deux arcs paraboliques, l'un (A) correspondant à l'hypothèse de l'inextensibilité, l'autre (A') qui se rapporte à la réalité. Comme les deux arcs diffèrent très peu l'un de l'autre, on pourra calculer la tension en un point de (A') comme si elle se rapportait à (A). Pour plus de simplicité, je supposerai qu'une charge p se trouve uniformément répartie sur la corde, ce que l'on peut se permettre, sans commettre des erreurs appréciables.

» Soient

O le sommet de (A);

Ox, Oy son horizontale et sa verticale;

B, B′ les points d'attache du câble;

$\chi = OA = - OA$, $\eta = AB = A'B'$ leurs coordonnées;

T la tension de (A) au point (x, y);

Ω la section du câble, et E le coefficient d'élasticité du fer;

$$y = kx^2 \tag{1}$$

l'équation de (A).

» Il est facile de voir que l'on a

$$T = \frac{p\sqrt{1 + 4k^2x^2}}{2kx}.$$

» Soient ds l'élément d'arc au point (x, y) de (A), ds' ce qu'il devient en ayant égard à l'élasticité. Nous avons

$$E\Omega\left(\frac{ds' - ds}{ds}\right) = T = \frac{p\sqrt{1 + 4k^2x^2}}{2k};$$

si l'on pose

$$n = \frac{p}{2E\Omega k} \tag{2}$$

et si l'on remarque que

$$ds = \sqrt{1 + 2k^2x^2dx}, \tag{3}$$

la formule ci-dessus devient

$$ds' = ds + n(1 + 4k^2x^2)dx. \tag{4}$$

» Désignant maintenant par L′, L les longueurs des arcs (A′) et (A), nous aurons

$$L' = L + 2n\chi(1 + \tfrac{4}{3}k^2\chi^2). \tag{5}$$

Mais, en négligeant la quatrième puissance de $\frac{dy}{dx}$, on a

$$L = 2\int_0^{\chi} \sqrt{1 + k^2x^2}\,dx = 2x\left(1 + \frac{2k^2\chi^2}{3}\right). \tag{6}$$

En appelant k' l'équivalent de k pour (A′), on a de même

$$L' = 2\chi\left(1 + \frac{2k'^2\chi^2}{3}\right). \tag{6'}$$

L'équation (5) devient alors

$$(k'-k)(k+k')=\frac{3n}{2\chi^2}(1+\tfrac{4}{3}k^2\chi^2).$$

» Mais, en raison du degré d'approximation convenu, on peut prendre $k+k'=2k$; on a d'ailleurs $\eta=k\chi^2$, par suite

$$k'-k=\frac{3n}{4\eta}(1+\tfrac{4}{3}k^2\chi^2).$$

Multipliant cette équation par χ^2, appelant η' ce que devient η lorsque l'on fait entrer l'élasticité en ligne de compte, on obtient, pour la variation éprouvée par la flèche,

$$\eta'-\eta=\frac{3n\chi}{4\eta}(\mathrm{L}-\chi),$$

résultat dont il eût été bien difficile de prévoir la simplicité. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le lévulosate de chaux;* par M. **Eug. Peligot.**

« Le travail que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie est la suite de mes études sur les matières sucrées. On sait que le sucre ordinaire, interverti par les acides, se transforme, par un simple phénomène d'hydratation, en un mélange à poids sensiblement égaux de glucose dextrogyre et de glucose lévogyre ; cette dernière substance est la lévulose.

» On doit à M. Dubrunfaut, dont les travaux ont jeté une si vive lumière sur les propriétés de ces matières, une expérience devenue classique, qui permet de séparer le lévulosate de chaux d'avec le glucosate droit qui l'accompagne. On mélange à une basse température 6^{gr} de chaux éteinte avec 100^{cc} d'eau tenant en dissolution 10^{gr} de sucre interverti ; en agitant rapidement, il se produit une émulsion d'abord laiteuse, mais qui s'épaissit bientôt et qui prend rapidement une grande consistance. Le magma qu'on obtient est placé sans perte de temps dans un linge à tissu serré et soumis à l'action de la presse, qui en sépare le glucosate de chaux resté à l'état liquide.

» En modifiant ce procédé, qui laisse dans le produit une partie de l'eau mère qui l'accompagne et de la chaux en excès, je suis arrivé à obtenir facilement le lévulosate de chaux à l'état de pureté : il s'agit simplement de produire le dépôt dans la liqueur filtrée, au lieu de le retenir sur le filtre. Dans ce but, on agite avec un excès de chaux éteinte une dissolution de sucre interverti ne contenant pas au delà de 6 à 8 pour

100 de ce sucre et on filtre rapidement la liqueur ; celle-ci, refroidie à 0°, fournit bientôt une abondante cristallisation de lévulosate de chaux ; au bout de quelques heures, on recueille et on lave sur un filtre, avec de l'eau froide, les cristaux qui se sont formés, et on les dessèche d'abord sur du papier non collé, ensuite dans le vide sec. Ces opérations doivent être faites rapidement, le lévulosate de chaux absorbant l'acide carbonique de l'air.

» On obtient ce produit d'une manière sûre en opérant comme il suit : On agite rapidement 12^{gr} à 15^{gr} de chaux éteinte et tamisée avec $0^{lit},5$ d'une dissolution de sucre interverti à 1035 de densité, cette dissolution étant à la température de 20° à 25°. Le mélange est versé sur un papier à filtration rapide, et le liquide filtré, qui a pris une couleur ambrée, est reçu dans un flacon plongé dans de l'eau à 0°. Les cristaux, qui se forment rapidement, sont recueillis sur un filtre au bout de quelques heures, lavés avec de l'eau froide, égouttés sur du papier et séchés dans le vide, en présence de la chaux vive.

» La dissolution filtrée, avant le dépôt des cristaux, marque 1050 au densimètre, à 15° ; l'eau mère, qui renferme surtout du glucosate de chaux, présente encore, à 9°, une densité égale à 1040. On sait que la chaux augmente beaucoup la densité des liqueurs sucrées dans lesquelles elle se dissout.

» Le lévulosate de chaux peut être recueilli et lavé plus rapidement dans une allonge en verre, avec filtre en métal percé de trous et muni d'un feutre ; cette allonge est supportée par un récipient en verre avec tubulure latérale ; une petite pompe à main, engagée dans cette tubulure, permet de faire dans l'appareil un vide imparfait qui rend la filtration beaucoup plus prompte.

» La solubilité de ce corps dans l'eau est assez grande : 100 parties d'eau en dissolvent, à 15°, 0,73. Cette dissolution s'altère avec une excessive facilité ; la réaction alcaline qu'elle présente s'affaiblit journellement ; sa couleur jaune, puis brune, devient plus foncée : cette altération est d'autant plus prompte que la température ambiante est plus élevée. Portée à l'ébullition, la liqueur alcaline devient neutre, et l'on obtient le précipité de couleur jaune chamois qui accompagne la formation du glucate de chaux et de la saccharine. J'ai entretenu récemment l'Académie de ces phénomènes, étudiés surtout avec les liqueurs calcaires fournies par le sucre interverti et par la glucose d'amidon. Avec le lévulosate de chaux, ces modifications sont de même nature ; elles donnent naissance aux mêmes produits.

» Desséché rapidement dans le vide, le lévulosate de chaux est parfai-

tement blanc; par un séjour plus prolongé, il prend une teinte jaune clair uniforme qui paraît être celle qui appartient au produit pur et sec. Dans cet état, il présente la composition suivante :

		Expérience.	Calcul.
C^{12}...............	72	28,7	28,3
14HO	126	49,2	49,5
2CaO...............	56	22,7	22,0
	254	100,6	100,0

» Cette composition s'écarte beaucoup de celle qu'on attribuait à cette substance, qui, d'après M. Dubrunfaut, contiendrait 3[éq] de chaux. La formule qu'on lui assigne dans les Traités de Chimie est la suivante : $C^{12}H^9O^9$, 3CaO. Elle exigerait 35,4 de chaux.

» On sait que pour les composés calcaires de cette nature le dosage du carbone ne peut pas être effectué par les procédés ordinaires de l'analyse organique, une partie de cet élément restant dans le tube à combustion sous forme de carbonate de chaux. Pour analyser le lévulosate de chaux et divers autres composés du même genre, j'ai substitué à l'oxyde de cuivre le chromate de ce métal. Je reviendrai sur cette modification, qui offre quelque intérêt au point de vue de l'analyse des substances organiques.

» Le lévulosate de chaux blanc, desséché en présence de la chaux vive, paraît contenir 2[éq] d'eau en plus de la quantité indiquée ci-dessus; sa composition est alors représentée par la formule : $C^{12}H^{14}O^{14}$, 2CaO, 2HO. J'estime que cette eau fait l'office de l'eau de cristallisation qui existe dans les sels efflorescents; elle réagit, comme si elle était libre, au bout de quelques mois, sur les éléments de ce corps, alors même qu'il est conservé dans des flacons bien bouchés, et elle le transforme en une substance brune, visqueuse, qui, traitée par l'eau, laisse un résidu jaune de glucate de chaux basique et donne une dissolution renfermant la saccharine et le glucate neutre. En ajoutant à cette liqueur une quantité convenable d'acide oxalique, on en sépare la chaux, et même, en opérant à la température ordinaire, on obtient la saccharine à l'état cristallisé.

» Quant au sel dont j'ai donné l'analyse, il se conserve indéfiniment, sans subir aucune modification.

» Au moyen du lévulosate de chaux et de l'acide oxalique, on obtient la lévulose pure à l'état de dissolution; mais je ne suis pas arrivé à préparer cette substance à l'état cristallisé.

» En résumé, les produits qui résultent de l'action des alcalis sur la lévulose sont ceux qui proviennent de l'action de ces mêmes corps sur la glucose obtenue par la saccharification de l'amidon. Ces produits sont de nature d'autant plus complexe qu'il y a lieu de tenir compte de l'intervention de l'air dans les transformations successives qui s'accomplissent. J'espère néanmoins présenter bientôt à l'Académie, sur ces produits, la suite de ces études, rendues plus faciles par la séparation de la lévulose pure d'avec la glucose qui l'accompagne dans le sucre interverti. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Note sur les acides qui prennent naissance lorsqu'on redistille les acides gras bruts dans un courant de vapeur d'eau surchauffée;* par MM. **A. Cahours** et **E. Demarçay**.

« Dans un travail que nous avons eu l'honneur de communiquer à l'Académie, M. Demarçay et moi, dans la séance du 11 août de l'année dernière, nous avons fait connaître les résultats que nous avait fournis l'examen attentif des acides qui prennent naissance lorsqu'on redistille les acides gras bruts provenant de la saponification des graisses neutres dans un courant de vapeur d'eau surchauffée.

» Nous avons fait voir comment, à l'aide de distillations fractionnées, opérées au moyen de l'appareil Lebel-Henninger, nous étions parvenus à séparer et à caractériser de la manière la plus nette les acides butyrique, valérique, caproïque, œnanthylique, caprylique, qui tous, ainsi que nous l'avons constaté, appartiennent à la série normale. L'acide butyrique n'existait dans ce mélange qu'en proportions très faibles. Nous avons également obtenu de petites quantités d'un acide bouillant vers 262°, qui pourrait bien être l'acide pélargonique, mais dont nous n'avons pu nous procurer une proportion suffisante pour en opérer la purification et pouvoir par suite le caractériser d'une manière incontestable. Les acides qui dominaient dans ce mélange et en formaient la proportion principale sont les acides caproïque et œnanthylique.

» Nous faisions pressentir, en terminant ce travail, que dans cette distillation des acides gras bruts il devait se produire, indépendamment des acides précédents, de petites quantités d'acides acétique et propionique.

» M. Laurent, à qui nous sommes redevables du stock d'acides dont nous avons pu retirer les différents termes de la série grasse que nous avons décrits dans notre Note, nous ayant fait parvenir postérieurement un

flacon renfermant une cinquantaine de grammes d'un liquide très acide, ainsi que des sels de soude obtenus en faisant passer dans une solution de carbonate de cette base les gaz provenant de la distillation d'une quantité considérable d'acides gras bruts, 200 000^{kg} environ, nous nous sommes proposés d'examiner ces produits avec un très grand soin.

» La distillation des sels de soude avec de l'acide sulfurique étendu de son volume d'eau nous a fourni une certaine quantité de liquide que nous avons réuni à celui que contenait la fiole dont nous avons parlé plus haut. La quantité totale de ce liquide, qui ne s'élevait qu'à 130^{gr} à 135^{gr} et qui renfermait une certaine proportion d'eau, ayant été redistillée dans l'appareil Lebel-Henninger, nous a fourni comme produit principal un liquide bouillant entre 162° et 164°, qui, après complète purification, présentait la composition et les propriétés de l'acide butyrique normal, que nous avons obtenu cette fois, malgré la petite quantité de matière que nous avions à notre disposition, en proportion plus considérable que celle que nous avions retirée des 10^{lit} de l'envoi précédent de M. Laurent. Les dernières portions, qui distillaient entre 180° et 190°, renfermaient principalement de l'acide valérique.

» Nous avons séparé de la portion la plus volatile deux liquides, l'un bouillant entre 106° et 122°, le second entre 135° et 145°, que nous avons soumis à un examen attentif.

» La première partie, ayant été saturée par du carbonate de soude, et le sel obtenu ayant été, après complète dessiccation, distillé avec de l'acide sulfurique concentré, nous a donné quelques grammes seulement d'un produit bouillant entre 118° et 120°, qui présentait franchement l'odeur caractéristique de l'acide acétique, sans aucune trace d'odeur butyrique. Nous avons transformé cet acide en sel d'argent, qui s'est séparé du liquide qui le renfermait en dissolution sous la forme de fines aiguilles nacrées, présentant la plus parfaite ressemblance avec de l'acétate d'argent que nous avions préparé avec de l'acide acétique pur.

» Une détermination d'argent nous a fourni le nombre 65,8, un peu supérieur à celui qu'indique la théorie, 64,7, résultat qui s'explique facilement, le sel ayant pris, bien qu'à l'abri de la lumière, une coloration brune qui y indiquait la présence d'une petite quantité de métal réduit.

» Cette réduction peut être considérée comme devant être attribuée à la présence d'une très petite quantité d'acide formique, dont nous avons pu constater la présence dans l'acide bouillant entre 118° et 120°, et qui, comme

on sait, jouit de la propriété de réduire les sels d'argent. Le sel brunâtre, ayant été redissous dans l'eau chaude, et le liquide filtré ayant été abandonné à la cristallisation, nous a donné des aiguilles qui ne se sont pas colorées sensiblement cette fois à l'abri de la lumière, et qui, parfaitement desséchées, ont laissé par la calcination 63,9 d'argent. Il résulte donc de ce que nous venons de rapporter que l'existence de l'acide acétique dans l'échantillon des acides volatils que nous devons à l'obligeance de M. Laurent ne saurait être mise en doute.

» La seconde portion, qui bouillait entre 135° et 145°, ayant été soumise à de nouvelles rectifications, nous a donné une faible proportion d'un liquide bouillant entre 138° et 142°, qui présentait une très légère odeur butyrique. Ce liquide, transformé en sel d'argent, nous a fourni un produit présentant l'aspect d'aiguilles blanches agglomérées, qui par la calcination a laissé 58,8 d'argent, proportion très voisine de 59,7 que donne le propionate d'argent pur, le défaut d'argent s'expliquant facilement par la présence d'une petite quantité de butyrate.

» M. Laurent nous ayant fait récemment un second envoi d'environ 170^{gr} à 180^{gr} de liqueurs acides bouillant entre 102° et 168°, nous avons soumis ce mélange à l'action de l'alcool méthylique et de l'acide sulfurique, en vue de déterminer l'éthérification des acides qui y étaient contenus. En soumettant le liquide éthéré, après purification, à des distillations fractionnées, nous en avons retiré une très petite quantité d'un liquide bouillant vers 35°, qui par la saponification nous a donné un sel dont nous avons extrait un acide qui, par l'ébullition avec des sels de mercure et d'argent, a déterminé la séparation immédiate de ces métaux, ainsi qu'on l'observe avec l'acide formique. Nous avons obtenu pareillement, en proportions à peu près égales, deux autres portions de liquides éthérés bouillant l'un entre 55° et 58°, le second entre 76° et 80°, présentant tous les caractères, le premier de l'acétate et le second du propionate de méthyle.

» Il résulte, ainsi qu'on le voit, de l'étude des produits qui font l'objet de cette Note, laquelle complète celle que nous avons précédemment publiée, que, dans la distillation des acides gras bruts opérée dans un courant de vapeur d'eau surchauffée, les différents termes de la série grasse prennent naissance, depuis l'acide acétique jusqu'à l'acide caprylique inclusivement, que nous avons tous obtenus dans un état de pureté parfaite. Nous ne doutons pas de l'existence dans ce mélange de termes beau-

coup plus élevés de la série, tels que les acides pélargonique et caprique; nous ne saurions toutefois l'affirmer, n'ayant pu nous les procurer suffisamment purs, en raison de leur faible proportion et de leur point d'ébullition très élevé, ce qui rend leur séparation très difficile. Les derniers produits de ces redistillations, qui passent à une température supérieure à 300°, se figent à la température ordinaire; nous n'avons pas essayé de les séparer.

» Indépendamment des acides de la série grasse dont nous avons signalé la formation dans la redistillation des acides gras bruts, il paraît se produire des acides appartenant à la série succinique. C'est ainsi que nous avons pu séparer d'un autre stock de produits que nous a fait parvenir M. Laurent d'assez grandes quantités d'acide sébacique, qui y est accompagné d'un second acide qui paraît constituer le terme immédiatement inférieur, mais que nous n'avons pu extraire en quantités assez notables et dans un état de pureté suffisante pour pouvoir être affirmatifs à cet égard. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Des variations de la force du cœur.* Note de M. Marey.

« La force du cœur, c'est-à-dire la valeur de l'effort qu'il produit à chacune de ses systoles, s'évalue ordinairement d'après la hauteur manométrique à laquelle s'élève la pression du sang dans une artère voisine du cœur. On multiplie cette pression par la surface intérieure du ventricule gauche, approximativement mesurée, et le produit exprime l'effort total exercé par les parois ventriculaires sur le sang qu'elles renferment. Cette valeur de la force du cœur est un peu trop faible, attendu que la pression dans le cœur offre toujours un notable excès sur la pression artérielle; c'est la condition nécessaire du courant rapide qui se fait du cœur aux artères.

» Quand une influence quelconque fait varier la résistance que le sang éprouve à passer des artères dans les veines, la pression du sang s'élève ou s'abaisse, et avec elle varie l'effort que le cœur effectue pour se vider. En cela, le cœur se comporte comme un muscle quelconque: pour tout muscle, en effet, s'il s'agit de soutenir un poids, l'effort effectué est rigoureusement égal à ce poids; s'il s'agit d'imprimer au poids une vitesse, l'effort nécessaire croîtra avec cette vitesse.

» Les expériences que nous venons de rappeler ne mesurent donc que l'effort actuel du cœur, mais ne préjugent rien relativement à l'effort maxi-

mum que cet organe pourrait développer s'il avait à lutter contre une résistance insurmontable. Pour mesurer cette *force possible* du cœur, j'ai recouru à des expériences directes.

» Isolant le cœur d'une tortue, je le plaçai dans les conditions de la circulation artificielle, c'est-à-dire sur le trajet d'un système de tubes dont les uns lui amenaient, à la façon de veines, du sang emprunté à un vase qui servait de réservoir, tandis que d'autres tubes, fonctionnant comme des artères, versaient ce sang dans un autre réservoir plus ou moins élevé. Sur le trajet de ces tubes, le cœur agissait donc comme une véritable pompe foulante. Un manomètre était branché sur le tube artériel, très près de l'orifice du cœur.

» En laissant la circulation s'effectuer librement, on constate à chaque systole du cœur une élévation du manomètre, élévation d'autant plus grande que le vase qui reçoit le sang artériel est plus élevé. Veut-on savoir quel est l'effort maximum que le cœur peut développer, on comprime le tube artériel en aval du manomètre, et l'on voit le mercure s'élever jusqu'à une hauteur double ou triple de celle qui correspond à l'effort fonctionnel du cœur, à celui qu'il effectue dans les conditions physiologiques pour se vider dans les artères.

» Mais cet effort statique exercé par le cœur contre le manomètre est loin d'être constant; il varie suivant l'instant où on le mesure. Si l'on saisit le moment où le ventricule rempli n'a pas encore commencé sa phase de resserrement, on obtient l'effort maximum ; mais, si l'on attend que l'organe se soit déjà vidé d'une partie de son contenu pour le faire agir sur le manomètre, on trouve que la valeur de son effort est plus petite. Cette valeur décroît graduellement jusqu'à la fin de la systole et tend à devenir nulle.

» Ces résultats sont pleinement concordants avec ce que l'on connaît de la force contractile des muscles, qui a son maximum quand leurs fibres sont allongées et diminue graduellement à mesure que ces fibres se raccourcissent.

» On ne pouvait toutefois *a priori* attribuer à la force du cœur cette décroissance graduelle. En effet, dans l'acte systolique intervient une condition qui compense plus ou moins la décroissance de la force musculaire : je veux parler de la diminution graduelle du volume de sang contenu dans les ventricules. Grâce à cette diminution du contenu ventriculaire, l'effort nécessaire pour produire une même pression manométrique sera d'autant plus petit que la masse de sang contenue sera moindre. Les choses

se passent comme si un muscle, à mesure qu'il se raccourcit, agissait sur un bras de levier de plus en plus favorable; on conçoit que le moment d'action de ce muscle puisse changer de manière à compenser totalement la diminution de sa force, à mesure que le raccourcissement s'effectue.

» Il n'en est pas ainsi pour la force du cœur, et, malgré les conditions mécaniques de plus en plus favorables dans lesquelles il se trouve, du commencement à la fin de sa systole ventriculaire, les efforts manométriques qu'il a développés ont rapidement décru; les chiffres $0^m,11$, $0^m,08$, $0^m,05$, $0^m,02$ de mercure expriment les valeurs successives de ces efforts.

» Ainsi, le cœur a d'autant plus de force qu'il est plus rempli. Ce fait rend compte de ce qui se passe dans les cas où un obstacle au cours du sang élève la pression artérielle et crée à l'action du cœur une résistance plus grande. Le cœur ralentit alors ses mouvements, comme je crois l'avoir démontré autrefois. Or, par suite de ce ralentissement, le ventricule a plus de temps pour se remplir et s'emplit effectivement davantage; il se trouve donc, au début de sa systole, doué d'une force plus grande et capable de surmonter une résistance qu'il n'eût pu vaincre s'il eût été moins rempli.

» Il y a ici un nouvel exemple de ces harmonies que M. Milne Edwards a souvent signalées dans son beau Traité de Physiologie, montrant que chacun de nos organes se met, à chaque instant, dans l'état le plus favorable à l'exercice de sa fonction. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Remarques sur la chlorophylle.* Note de M. Pringsheim.

« Les Communications relatives à la chlorophylle qui ont été publiées dans les derniers numéros des *Comptes rendus* de l'année 1879 (t. LXXXIX, nos 20, 21, 22, 23) me donnent l'occasion d'appeler l'attention de l'Académie sur deux Mémoires que j'ai publiés, il y a quelques mois, dans les *Comptes rendus mensuels de l'Académie des Sciences de Berlin* (voir *Monatsberichte d. Berl. Acad.* vom Juli und November 1879).

» J'y traite la question importante, qui a été tant de fois soulevée, et que M. Chevreul a adressée à M. Trécul dans la séance du 1er décembre 1879, concernant le rôle que joue la chlorophylle dans les plantes.

» En exposant, au microscope, le tissu végétal à la lumière solaire con-

centrée au moyen d'une lentille d'assez grandes dimensions, j'ai pu, par cette nouvelle méthode d'expérimentation, modifiée d'ailleurs d'après certaines conditions physiques, suivre par l'observation directe les effets de la lumière sur la chlorophylle et le contenu protoplasmique de la cellule vivante.

» Sans entrer dans les détails de ces expériences, que l'on pourrait appeler *microphotochimiques*, et qui d'ailleurs sont décrites succinctement dans les deux Mémoires ci-joints que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, je me borne ici à en indiquer les résultats les plus saillants.

» Et d'abord je ferai remarquer que j'ai pu démontrer l'existence d'une substance oléagineuse cristallisable, inconnue jusqu'à présent, qui se rencontre dans les grains de chlorophylle des plantes vertes. Cette substance incolore, que j'appelle *hypochlorine*, est un dissolvant énergique de la chlorophylle, avec laquelle pourtant elle peut être confondue facilement lorsque, par leurs dissolvants communs, on l'extrait des grains de chlorophylle qui la contiennent.

» De l'ensemble des notions que j'ai acquises sur l'hypochlorine, sur ses caractères chimiques et sur son existence générale dans toutes les plantes vertes qui se développent sous l'influence libre de la lumière, il résulte d'une manière certaine que ce corps, riche en carbone, qui d'ailleurs n'a pas encore été obtenu à l'état pur, a une relation directe avec l'assimilation du carbone par les parties vertes des plantes. Et si l'on considère de plus les conditions dans lesquelles, d'après mes recherches réitérées, l'hypochlorine se forme dans les plantules étiolées pendant la germination, il est difficile de ne pas admettre qu'elle est le produit immédiat de la décomposition de l'acide carbonique. En effet, de tous les corps carbonés dont la production dans la plante a été attribuée plus ou moins directement à la décomposition de l'acide carbonique, l'hypochlorine est le seul que les phanérogames, en germant, ne peuvent pas former sans l'aide de la lumière.

» Quant à la chlorophylle elle-même, il résulte de mes recherches que ce pigment n'est pas décomposé dans l'acte de l'assimilation du carbone. La chlorophylle, donc, ne peut pas être considérée chimiquement comme substance mère des corps carbonés des plantes.

» Dans la cellule vivante insolée au moyen de la méthode indiquée plus haut, elle se décompose en effet sous les yeux de l'observateur, mais sa décomposition est indépendante de l'absorption et de la présence même de l'acide carbonique. Elle s'effectue évidemment par l'absorption de

l'oxygène dans l'acte de la respiration végétale proprement dite, ce mot pris dans le sens que M. Garreau lui a donné.

» Or, on sait que la respiration ou l'inspiration d'oxygène atmosphérique a lieu chez les végétaux comme chez les animaux sans discontinuer, c'est-à-dire en plein jour comme dans l'obscurité. De plus, mes expériences microphotochimiques viennent prouver que, dans la cellule vivante verte, l'absorption de l'oxygène augmente avec l'intensité de la lumière et surtout avec l'intensité des rayons chimiques du spectre solaire. Mais la respiration, augmentant de plus en plus en pleine lumière, finit, ce qu'on voit clairement au microscope, par devenir nuisible à la plante, en brûlant les corps combustibles du contenu de la cellule et en détruisant en première ligne l'hypochlorine, qui sert d'aliment à la respiration.

» La lumière intense, dont la plante ne peut se passer et qui est si indispensable pour l'accumulation du carbone, lui devient pernicieuse, par conséquent, du moment où, l'intensité de la lumière dépassant certaines limites, l'énergie de l'oxydation devient plus grande que l'énergie de l'assimilation. C'est la chlorophylle qui, par ces absorptions lumineuses, contre-balance ces deux fonctions, opposées l'une à l'autre dans leurs effets physiologiques. En absorbant de préférence les rayons chimiques de la lumière, le pigment chlorophyllien en diminue l'effet respiratoire, et c'est grâce à cet écran protecteur dont jouit la plante que, même en plein soleil, l'assimilation du carbone surpasse l'oxydation des corps carbonés des plantes.

» Ainsi, contrairement à ce qu'on croyait jusqu'à présent, la chlorophylle n'a pas de relation directe avec la décomposition de l'acide carbonique, mais joue plutôt un rôle régulateur dans l'acte respiratoire des végétaux. On doit donc reconnaître que l'existence de la végétation et l'accumulation des corps carbonés dans les plantes s'expliquent suffisamment par ce simple rôle régulateur de la chlorophylle, sans qu'on ait besoin d'admettre que le pigment vert entre chimiquement dans l'acte de la décomposition de l'acide carbonique, ce qui, d'ailleurs, est contraire à l'expérience.

» Pour se faire une idée juste de ce rôle protecteur de la chlorophylle, il faut tenir compte de ses relations intimes avec l'hypochlorine et de la localisation commune de ces deux substances dans les grains de chlorophylle.

» Ordinairement, on admet que ceux-ci sont des corps solides, homogènes et colorés par le pigment. Certains phytotomes professent aussi l'opinion que ce sont de vraies vésicules, munies d'une membrane propre.

Mais lorsque, dans les conditions indiquées dans mon Mémoire, on les examine attentivement au microscope, on arrive à constater que ce sont en effet des corps visiblement poreux, dont la substance solide, semblable à peu près à une petite éponge, est imprégnée entièrement d'une huile spéciale dans laquelle le pigment vert est dissous et qui généralement renferme la substance cristallisable que j'ai nommée *hypochlorine*. Protégé de la sorte par le pigment foncé, l'hypochlorine, qui semble être la substance mère des hydrates de carbone, est à l'abri d'une combustion rapide, qui en plein soleil la détruirait bientôt par l'absorption d'oxygène, croissant dans les parties vertes avec l'intensité de la lumière.

» On peut se convaincre de ce fait par l'observation directe, en exposant des cellules vertes à l'insolation à différents degrés d'intensité de lumière.

» Dans les cellules insolées sans interruption, pendant toute une longue journée d'été, on trouve, si les rayons du soleil qui frappent la cellule ne sont pas concentrés, l'hypochlorine entièrement intacte dans les grains de chlorophylle, qui eux-mêmes ne se décolorent pas non plus pendant cette insolation non interrompue. Toutefois, il faut éviter que la température atteigne un degré nuisible. Évidemment, dans ces circonstances, l'absorption chlorophyllienne suffit pour garantir l'existence de l'hypochlorine, même en plein soleil.

» Mais lorsqu'on expose des cellules vertes à l'influence de la lumière solaire concentrée d'après la méthode d'expérimentation indiquée plus haut, l'hypochlorine est détruite presque à l'instant, avant même que la chlorophylle soit attaquée par la lumière intense. Bien entendu, du reste, que l'expérience se fait en présence de l'oxygène. Dans les milieux dépourvus d'oxygène, la lumière solaire, même concentrée, n'a pas d'effet ni sur la chlorophylle ni sur l'hypochlorine.

» En terminant cet exposé succinct de mes recherches, je voudrais ajouter encore une réflexion.

» On mettra peut-être en doute que ce rôle régulateur de la respiration que la chlorophylle joue, d'après mes vues, soit le seul qu'elle remplisse dans l'acte vital de la végétation. Il va sans dire qu'on pourrait déduire théoriquement de l'absorption lumineuse du pigment une augmentation de température utile à la plante. D'un autre côté, les notions, peu précises à la vérité, que nous possédons à l'égard de l'influence des matières colorantes sur l'action chimique de la lumière pourraient amener à admettre un effet direct de la chlorophylle sur l'assimilation du carbone,

effet que les absorptions lumineuses de cette substance produiraient en augmentant l'activité chimique des rayons auxquels on attribue la décomposition de l'acide carbonique.

» Toutefois, la fonction protectrice de la chlorophylle est la seule qui soit démontrée directement; quant aux hypothèses que je viens de mentionner, elles ne sont basées ni sur un fait positif ni sur une expérience bien démontrée, et les recherches que je poursuis depuis longtemps dans ce but ne m'ont pas fourni jusqu'à présent de résultats assez décisifs. J'espère pourtant qu'il me sera possible de leur donner la précision désirable, et je ne manquerai pas alors de les faire connaître avec tous les développements nécessaires. »

M. Larrey communique à l'Académie l'extrait suivant d'une Lettre qu'il vient de recevoir de M. *de Lesseps* :

« A bord du paquebot *Lafayette*, 30 décembre 1879.

» Nous allons aborder la plage de Colon, terme de notre première navigation, avant de prendre le chemin de fer qui nous conduira à Panama. Je griffonne, au milieu d'un assez fort balancement, quelques lignes qui vous annoncent notre bonne arrivée, ainsi que je vous l'ai promis.

» Deux jours après notre départ de Saint-Nazaire, nous avons eu grosse mer jusqu'aux Antilles.

» Nous avons relâché à la Guadeloupe, où la quarantaine ne nous a pas permis de communiquer avec la terre.

» A la Martinique, la population entière nous a fait un accueil splendide. Je vous envoie une gravure représentant la partie du jardin botanique de Saint-Pierre où la Municipalité, la Chambre de commerce, le Cercle, etc., se sont réunis pour nous donner, sous les inextricables ombrages des tropiques, un banquet de cent cinquante couverts, ayant pour entourage une population de toutes les couleurs.

» Nous avons ensuite relâché à la Guayra, port du Venezuela, où nous avons eu un avant-goût de l'enthousiaste réception qui nous a été faite à Bassenquilla, ville de la Colombie, au bord de la Madeleine.

» Nous avons beaucoup examiné, pendant la traversée, la question du travail de notre canal avec les membres de la Commission technique. Nous sommes pleins de confiance dans le résultat.... »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Sur un nouveau condensateur voltaïque*. Note de M. D'ARSONVAL, présentée par M. Berthelot.

« En voyant les effets énergiques, mais très courts, développés par les piles secondaires, et principalement par la batterie de M. Gaston Planté, je me suis demandé s'il n'était pas possible d'obtenir un condensateur voltaïque pouvant emmagasiner une quantité d'électricité beaucoup plus grande. J'ai essayé, en conséquence, de découvrir les causes qui limitent si malheureusement ce qu'on pourrait appeler le pouvoir condensant du couple à lames de plomb.

» Si l'on suppose ce couple chargé, on voit qu'il représente une pile dont le métal oxydable est l'hydrogène et le corps dépolarisateur l'oxygène emmagasiné à l'état de peroxyde de plomb. L'état *gazeux* du métal oxydable en limite forcément le dépôt, qui atteint bientôt un maximum qu'il ne peut dépasser. A partir de ce moment, le courant de charge passe en pure perte, puisque l'hydrogène produit est rejeté dans l'atmosphère. C'est la principale cause qui limite le pouvoir condensant du couple à lames de plomb, mais ce n'est pas la seule. Le dépôt d'oxygène est également limité et cesse lorsque la lame de plomb est recouverte sur toute sa surface d'une couche de peroxyde de plomb qui protège le reste du métal contre l'oxydation. A partir de ce moment, l'oxygène se dégage dans l'air et le courant de charge passe inutilement. Il y a donc avantage à développer énormément *la surface* du plomb où se produit le dégagement d'oxygène.

» J'ai eu l'idée de remplacer le dégagement d'hydrogène, *métal gazeux*, par un dégagement de zinc, *métal solide*. Ce n'est plus l'eau que j'électrolyse, mais bien un sel de zinc. D'un autre côté, j'ai considérablement augmenté la surface du plomb offerte à l'oxydation en remplaçant la lame unique par une lame de charbon entourée de grenaille de plomb très fine. La surface du plomb devient énorme si l'on prend ces grains de plomb très fins désignés dans le commerce sous le nom de *cendrée*. Mon couple secondaire se compose donc d'une lame de zinc et d'une lame de charbon entourée de cendrée plongeant dans une solution

concentrée de sulfate de zinc. Si un couple ainsi construit est traversé par un courant voltaïque allant du charbon au zinc, le sel de zinc se trouve électrolysé, le zinc se dépose sur le zinc et l'oxygène vient former sur le plomb du peroxyde de plomb, l'acide sulfurique restant à l'état libre. Le dépôt du métal oxydable ne se trouve plus limité, et l'oxygène peut être accumulé en beaucoup plus grande quantité. Avec un petit couple qui ne contenait que 1^{kg} de cendrée j'ai pu faire fonctionner, quatre heures durant, un moteur électrique Deprez.

» Dans la pratique, j'ai remplacé avantageusement la lame de zinc par une couche de mercure, qui forme un amalgame avec le zinc électrolysé. Dans ces conditions, le couple m'a paru conserver très longtemps sa charge. J'ai trouvé sa force électromotrice maxima égale à $2^{volts},1$.

» Le plomb n'est pas le seul métal qui puisse servir avantageusement à emmagasiner l'oxygène; le manganèse produit le même résultat : c'est même un excellent moyen pour recharger les couples Leclanché épuisés. Je citerai aussi l'argent, qui, en présence du chlorure de zinc, donne un dépôt de chlorure d'argent. Mais rien comme force électromotrice n'approche du peroxyde de plomb, comme on le sait d'après les expériences de M. A. de la Rive et celles de M. G. Planté. On peut également employer comme corps oxydable un métal dont le sel est soluble, le cuivre par exemple. Dans ces conditions, il se produit du sulfate de cuivre; mais son accumulation est rendue impossible, car ce sulfate de cuivre se trouve électrolysé au même titre que le sulfate de zinc et de préférence à lui : le cuivre va se déposer sur la lame de zinc, et l'on défait d'un côté ce que l'on fait de l'autre. C'est pourquoi il faut, autant que possible, emmagasiner l'oxygène sous forme d'un composé *insoluble*, pour le soustraire à l'électrolyse du courant de charge. Si l'on produit un sel soluble, il faut l'isoler, au fur et à mesure de sa production, par un mécanisme que je ferai connaître dans une prochaine Communication sur les piles voltaïques [1]. »

VITICULTURE. — *Sur l'emploi du sulfure de carbone pour la destruction du Phylloxera.* Lettre de M. **Boiteau**, délégué de l'Académie, à M. Dumas.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Des observations faites dans le courant de l'année qui vient de s'écouler il résulte que, le sulfure de carbone étant un agent des plus funestes

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de Médecine du Collège de France.

pour le système radiculaire de la vigne, il y a lieu d'en modifier les modes d'emploi et de chercher la combinaison la plus favorable à la destruction du Phylloxera, tout en nuisant le moins possible au végétal.

» Les effets de mortification que j'ai signalés au commencement de l'année 1879 se rapportaient aux opérations faites dans la Gironde. Depuis, j'ai fait une excursion dans le midi de la France, et j'ai pu me convaincre que les accidents se produisent sous tous les climats et que le mal signalé dans la Gironde se constate dans l'Hérault. Le doute n'est donc plus permis, et il y a lieu de tenir compte, et un compte très sévère même, d'accidents inévitables, mais que l'on pourra rendre inappréciables. Dans ce moment, je fais arracher de très vieilles vignes qui ont reçu l'année dernière une première application de sulfure de carbone. Il m'est très facile de me rendre compte des accidents produits en visitant le système radiculaire soulevé. Tout ce que j'observe confirme pleinement ma Communication de l'année dernière, et des racines d'un diamètre de plus de $0^{m},05$ sont totalement mortifiées dans le voisinage des injections [1].

» Ce qui découle de ces constatations, c'est que, sans abandonner le seul agent insecticide dont nous puissions tirer un parti avantageux, il y a lieu de bien se pénétrer de ses effets funestes et de chercher dans les combinaisons de son emploi quels seraient les moyens de concilier la destruction de l'insecte sans nuire au pied de vigne. En règle générale, il vaudrait mieux laisser subsister quelques parasites que d'attaquer trop sérieusement le système radiculaire. Toutes mes observations ont confirmé les appréciations que j'ai déjà eu l'honneur de communiquer à l'Académie et qui se rapportent au rayon toxique, à l'asphyxie momentanée et à l'époque d'emploi.

» Tout ce qu'il faut chercher à produire, c'est de faire disparaître le plus grand nombre possible d'insectes avec le plus petit nombre d'injections. Il y a cependant une limite au delà de laquelle on ne peut pas aller. Le sulfure de carbone rayonne à une distance qui peut aller à plus de $1^{m},50$;

---

(1) Au Mas de las Sorres, près Montpellier, j'ai fouillé les carrés traités par la Compagnie P.-L.-M., et les accidents sont semblables à ceux qui ont été observés dans la Gironde. L'aspect extérieur des vignes au mois d'août démontrait, par la végétation, quels étaient les points traités et ceux qui avaient été laissés comme témoins : ces derniers étaient les plus favorisés. Il serait donc téméraire de nier des faits qui pourraient avoir pour les propriétaires de funestes conséquences, en les laissant croire à l'innocuité complète du sulfure de carbone.

mais l'effet insecticide ne dépasse guère, dans aucun cas, $0^m,35$ ou $0^m,40$ au plus. Il y a donc une nécessité inévitable : c'est celle de faire au moins deux injections par mètre carré. Cette quantité minimum ne peut pas être réduite si l'on veut obtenir des résultats sérieux. Il faut encore que les injections soient disposées de manière à ne pas atteindre le système radiculaire dans tout le pourtour du cep, afin de laisser la plus grande quantité de racines intactes. Tous les procédés qui consistent à entourer les ceps d'une ceinture d'injections doivent être rejetés. Les procédés à injections réitérées, avec tous les trous alternés, sont ceux qui procurent le plus de mortifications. Il en est de même du procédé qui consiste à faire une injection au pied même de la souche; c'est ce dernier qui nous a donné les plus mauvais résultats.

» Pour vaincre dans la mesure la plus large possible tous ces accidents, je vais indiquer un procédé qui est applicable à toutes les vignes, quelles que soient les distances des interlignes. Ce procédé consiste à faire les injections en lignes parallèles aux lignes des ceps, en se portant à droite et à gauche de celles-ci, et à des distances qui peuvent varier par suite de la largeur des interlignes, mais qui, dans aucun cas, ne doivent être inférieures à $0^m,25$ ou $0^m,30$. Ces distances, variables entre les interlignes, ne le sont plus dans le sens des lignes, et pour celles-ci on prend la distance maximum d'un trou à un autre et qui doit être de $0^m,70$ ou de $0^m,75$. Par ce moyen, on a des bandes parallèles qui n'ont aucun trou d'injection. Les lignes des ceps se trouvent au milieu de ces bandes et les racines peuvent y circuler librement sans craindre l'intoxication. Le nombre des lignes d'injections varie entre chaque interligne des ceps suivant la largeur de ceux-ci. Les injections devant être à un maximum de distance de $0^m,70$ à $0^m,75$, il faut autant de lignes d'injection qu'il y a de fois $0^m,70$ ou $0^m,75$ dans les interlignes. Il arrive très souvent aussi que les distances ne sont pas des multiples réguliers de ces chiffres, ce qui modifie les distances, et par conséquent les doses à injecter. Si le sulfure de carbone agit efficacement sur l'insecte, c'est encore à la condition d'être injecté à une dose déterminée par mètre carré. La dose qui nous a paru donner d'excellents résultats culturaux varie entre 16^{gr} à 20^{gr} par mètre carré et en deux injections.

» Si l'on fait des traitements réitérés, il est nécessaire de répéter l'opération en se servant des mêmes trous, afin de ne pas augmenter les accidents. Dans les traitements simples, on devra opérer de la même manière

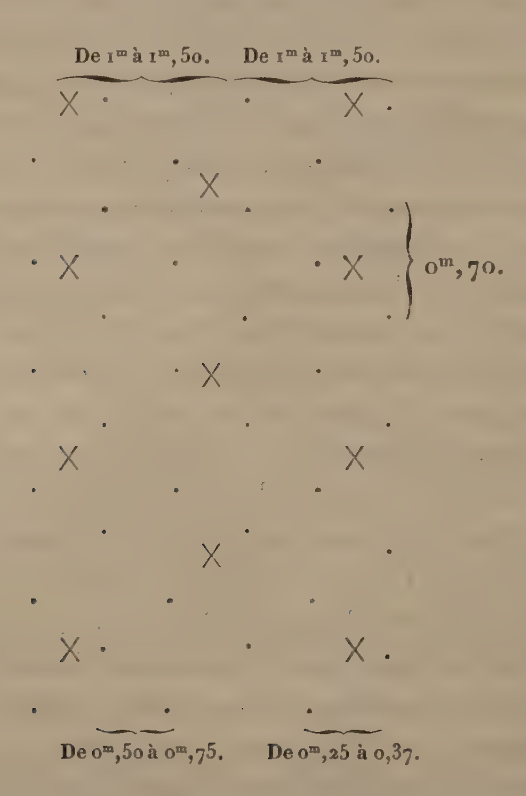
et chercher autant que possible à faire tous les ans les injections aux mêmes points.

» D'après ce qui précède, voici comment nous conseillons de procéder.

» En général, les vignes sont espacées par des interlignes qui varient depuis 1^m jusqu'à 2^m. De 1^m à $1^m,50$, il faut faire deux lignes d'injections, et de $1^m,50$ à 2^m il faut en faire trois.

» Dans les plantations de 1^m à $1^m,50$, il y a plusieurs moyennes qui font varier le nombre d'injections et demandent, par conséquent, des doses différentes. Il en est de même pour les plantations de $1^m,50$ à 2^m.

» Les figures suivantes donnent la place des trous d'injections pour les plantations de 1^m à $1^m,50$ et de $1^m,50$ à 2^m.



» Dans les interlignes, les distances des trous varient de $0^m,50$ à $0^m,75$.

» Des trous d'injection à la ligne des ceps, les trous varient de $0^m,25$ à $0^m,37$.

» Dans le sens des lignes, les trous d'injection sont à la distance moyenne, soit $0^m,70$.

» Le nombre d'injections par hectare varie de 19000 à 29000 environ.

» D'après ces nombres de trous, qui sont les extrêmes de plusieurs moyennes suivant

les distances intermédiaires, on arrive aux doses qne nous avons établies dans le Tableau suivant :

De $1^{m},00$ à $1^{m},20$	7^{gr} par injection
De $1^{m},20$ à $1^{m},30$	8^{gr} »
De $1^{m},30$ à $1^{m},40$	9^{gr} »
De $1^{m},40$ à $1^{m},50$	10^{gr} »

De $1^{m},50$ à 2^{m}. De $1^{m},50$ à 2^{m}.

$0^{m},70$.

De $0^{m},50$ à $0^{m},66$. De $0^{m},25$ à $0^{m},33$.

» Dans les interlignes, les distances des trous varient de $0^{m},50$ à $0^{m},66$.

» Des trous d'injection aux lignes des ceps, les distances varient de $0^{m},25$ à $0^{m},33$.

» Dans le sens des lignes, les trous d'injection sont à la distance moyenne, soit $0^{m},70$.

» Le nombre d'injections par hectare varie de 22000 à 29000 environ.

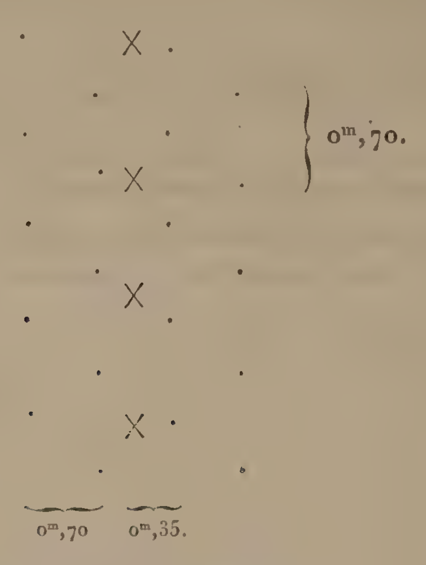
» D'après ces nombres de trous, qui sont les extrêmes de plusieurs moyennes suivant les distances intermédiaires, on arrive aux doses établies dans le Tableau suivant :

De $1^{m},50$ à $1^{m},60$............	6^{gr} par injection
De $1^{m},60$ à $1^{m},80$.............	7^{gr} »
De $1^{m},80$ à 2^{m}.....	8^{gr} »

» Si les lignes des ceps n'avaient pas les espacements réguliers, on appliquerait les Tableaux aux distances, et, si les espacements irréguliers étaient régulièrement alternés, on pourrait établir une moyenne de deux interlignes et opérer d'après celle-ci.

» Dans les plantations à deux ou trois rangées de ceps, on opère comme ci-dessus; mais il est nécessaire de faire, en dehors du dernier rang, deux lignes d'injections, la dernière à $0^{m},70$ en tous sens.

« Si les plantations sont à rangs seuls, on met les trous d'injection à $0^m,35$ de la ligne des ceps; mais il est nécessaire de faire deux lignes d'injections de chaque côté, la dernière à $0^m,70$ en tous sens.



» La dose de sulfure doit être de 9^{gr} par injection.

» Les trous d'injection sont bouchés par l'ouvrier, qui tasse leur ouverture avec son pied.

» Le sulfure de carbone ne détruit les insectes souterrains que lorsque ceux-ci sont situés sur des racines ou sur les parties du végétal qui se trouvent recouvertes d'une couche de terre d'une dizaine de centimètres. Ceux qui sont situés sur le collet de la plante ou sur la base des racines qui forment le premier étage sont presque toujours épargnés, et ce sont eux qui sont la principale cause des réinvasions estivales.

» Pour être complet, le traitement au sulfure de carbone doit être aidé par un badigeonnage de la partie inférieure de la souche et de la base des premières racines, destiné à faire disparaître les insectes épargnés par celui-ci (¹).

» Cette opération, très peu coûteuse, peut se faire pendant tout l'hiver; mais il est préférable de profiter du déchaussage de la première façon de labour, qui se fait aux mois de mars ou d'avril. Il est indispensable d'opérer avant l'éclosion de la première ponte, qui a lieu dans le mois d'avril.

(¹) Ce moyen, que j'avais indiqué dans mon Guide de 1878, a donné de si bons résultats dans les parcelles où il a été appliqué en 1879, qu'au mois de septembre dernier on ne trouvait pas un seul insecte sur les racines des pieds ainsi traités; tandis que les pieds voisins, qui n'avaient reçu que le sulfure de carbone, en étaient assez abondamment pourvus.

Afin de faciliter la pénétration de la solution insecticide, il est utile d'enlever en godet la terre qui se trouve au pourtour du collet de la plante et de la base des premières racines.

» On peut se servir, comme agents insecticides, des différents sulfocarbonates purs ou en solutions au cinquantième, ou encore (et c'est le liquide que nous recommandons, à cause de sa plus grande durée d'effet et de son bas prix), des solutions à base d'huile lourde de coaltar.

» Voici comment je prépare mes nouvelles solutions, qui sont très efficaces et complètement inoffensives :

Chaux éteinte en pâte assez consistante...........	5 parties
Huile lourde de coaltar..........................	1 »

Mélanger le tout à l'aide du bouloir dont se servent les maçons pour faire le mortier ou par tout autre moyen, de manière à incorporer parfaitement les deux substances. Il en résulte une pâte noire, d'une odeur très pénétrante et d'une consistance plus ou moins grande. Cette pâte doit être tenue dans un endroit frais.

» Pour l'employer, on l'étend de huit ou dix fois son volume d'eau en agitant fortement à l'aide d'un pinceau. A cet effet, on se sert de seaux ordinaires que l'ouvrier porte à la main. Il est utile d'agiter chaque fois que le pinceau plonge dans le liquide. Cette solution maintient l'huile parfaitement dissoute et le pinceau ne se charge jamais; il est impossible, le voulût-on, de nuire au cep. L'ouvrier muni de son seau et de son pinceau suit les ceps de vigne et mouille fortement, à l'aide de ce dernier, le collet et la base des premières racines, en laissant couler une partie du liquide autour de la racine pivotante et sur la terre formant cuvette.

» Si l'on se sert des sulfocarbonates, on doit employer le même procédé d'application; mais alors il est utile de recouvrir immédiatement de terre, pour empêcher l'évaporation de se produire. Avec les préparations à base d'huile lourde de coaltar, cet inconvénient n'est pas à craindre, et l'on peut attendre le chaussage de la seconde façon. »

VITICULTURE. — *Sur la résistance du Phylloxera aux basses températures.* Extrait d'une Lettre de M. M. GIRARD à M. le Secrétaire perpétuel.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Dans une Note récente [1] sur la résistance des pucerons aux froids rigoureux, M. J. Lichtenstein annonce que les Phylloxeras souterrains de

(1) *Comptes rendus*, t. XC, p. 80.

la vigne n'ont nullement souffert des basses températures — 11° et — 12° qui ont été constatées à Montpellier en décembre 1879. Ce fait était aisé à prévoir, d'après mes expériences antérieures.

» Pendant l'hiver 1875-1876, j'ai constaté, au laboratoire de M. Pasteur, que des larves hivernantes du Phylloxera, fixées sur les racines, ont supporté, pendant plusieurs jours, l'action *directe* des températures — 8° et — 10°, obtenues par des mélanges réfrigérants. J'en tirais cette conclusion que, en raison de la mauvaise conductibilité du sol et d'après les expériences de MM. Becquerel, le Phylloxera souterrain n'avait rien à craindre du froid ([1]). »

M. G. **Foex** adresse, de Montpellier : 1° des photographies relatives au Phylloxera et aux vignes américaines; 2° une collection de modèles de graines de vignes, à un grossissement de 10 diamètres, exécutés en vue de faciliter l'étude des caractères distinctifs des espèces.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **Gard** adresse une Communication relative à un mode de traitement des vignes phylloxérées.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Directeur général des Douanes** adresse un exemplaire du Tableau général des mouvements du cabotage en 1878.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur des fonctions de deux variables à trois ou quatre paires de périodes*. Note de M. **Appell**, présentée par M. Bouquet.

« I. Soient b et β deux constantes données, m un entier quelconque, $a_1, a_2, \ldots, a_n, \alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n$ des constantes assujetties à la condition

([1]) Mes expériences sont exposées en détail dans mon travail *Sur la maladie de la vigne dans les Charentes*, travail que l'Académie a bien voulu insérer dans ses *Mémoires des Savants étrangers* pour 1876.

$\Sigma a_h - \Sigma \alpha_h = m\beta$. Posons

$$\varphi(x) = \prod_{h=1}^{h=n} \frac{\theta_1(x + a_h)}{\theta_1(x + \alpha_h)},$$

et désignons par $f(y)$ une fonction uniforme de y admettant la période b. La fonction

$$(1) \qquad f\left[my + \frac{b}{2\pi i} \log \varphi(x)\right]$$

est une fonction uniforme de x et y admettant trois paires de périodes conjuguées, à savoir pour x les périodes ω, ω', o et pour y les périodes correspondantes o, $\frac{b\beta}{\omega}$, b. Formons un nombre quelconque de fonctions telles que (1), puis prenons une fonction rationnelle de ces fonctions, de fonctions doublement périodiques de x aux périodes ω et ω', et de fonctions doublement périodiques de y aux périodes $\frac{b\beta}{\omega}$ et b; nous obtiendrons ainsi une fonction uniforme $F(x, y)$ admettant les trois paires de périodes déjà indiquées, et dont les dérivées partielles sont des fonctions composées de la même façon que la fonction elle-même.

» II. Parmi les fonctions précédentes $F(x, y)$, je considère en particulier celles qui sont des fonctions *rationnelles* de $e^{\frac{2\pi y i}{b}}$; les dérivées partielles de ces fonctions seront composées comme les fonctions elles-mêmes. Entre trois de ces fonctions particulières

$$(2) \qquad u = \Phi(x, y), \quad v = \Psi(x, y), \quad w = \Pi(x, y),$$

il existe une relation *algébrique*. En effet, en éliminant $e^{\frac{2\pi y i}{b}}$ entre les deux premières des équations (2), on obtient une relation algébrique entière entre u et v, dont les coefficients sont des fonctions de x admettant la période ω et se reproduisant multipliées par un facteur de la forme $Ae^{\frac{2k\pi x i}{\omega}}$ quand on augmente x de ω'. Ce facteur est le même pour tous les coefficients, car la relation entre u, v et x ne doit pas changer quand on augmente x de ω'. Par suite, en multipliant ou divisant tous les termes de cette relation par un produit convenable de fonctions θ, on peut la mettre sous la forme

$$(3) \qquad \Sigma u^\lambda v^\mu B_{\lambda\mu} = 0,$$

où les coefficients B sont des fonctions de x admettant les deux périodes ω

et ω'. En éliminant de même $e^{\frac{2\pi y i}{b}}$ entre la première et la dernière des équations (2), on obtient une relation

$$(4) \qquad \Sigma u^{\lambda} w^{\mu} C_{\lambda\mu} = 0,$$

où les coefficients C sont des fonctions de x admettant les deux périodes ω et ω'. L'élimination de x entre les équations (3) et (4) conduit à une relation algébrique entre u, v, w, ce qui démontre le théorème. En particulier, il existe une relation algébrique entre u, $\frac{\partial u}{\partial x}$, $\frac{\partial u}{\partial y}$. Il résulte encore du théorème précédent que, si l'on considère deux équations algébriques

$$(5) \qquad f_1(z, t, u, v) = 0, \quad f_2(z, t, u, v) = 0$$

entre deux variables z et t et les fonctions u, v de x et y, les variables x et y, considérées comme fonctions de z et t définies par ces équations (5), satisfont à un système d'équations différentielles simultanées de la forme

$$\begin{aligned} Z\,dz + T\,dt &= dx, \\ Z_1\,dz + T_1\,dt &= dy, \end{aligned}$$

dans lesquelles Z, T, Z_1, T_1 sont des fonctions *algébriques* de z et t.

» Parmi les fonctions de cette espèce se trouvent les fonctions de deux variables à trois paires de périodes étudiées par Rosenhain (Académie des Sciences, *Savants étrangers*, 1851).

» III. Si l'on fait

$$\psi(x) = \prod_{h=1}^{h=n'} \frac{\vartheta_1(x + a'_h)}{\vartheta_1(x + \alpha'_h)}$$

avec la condition $\Sigma a'_h - \Sigma \alpha'_h = -m\beta'$, et si l'on emploie les mêmes notations que dans le § I, en supposant que la fonction $f(y)$ admette, outre la période b, une autre période b', on voit que la fonction

$$f\left[my + \frac{b}{2\pi i}\log\varphi(x) + \frac{b'}{2\pi i}\log\psi(x)\right]$$

est uniforme et admet quatre paires de périodes conjuguées, à savoir pour x les périodes 0, 0, ω, ω' et pour y les périodes correspondantes b, b', $\frac{b\beta}{\omega}$, $\frac{b'\beta'}{\omega'}$. On peut encore former des fonctions analogues aux précédentes avec des fonctions périodiques de plusieurs variables et des fonctions Θ de plusieurs variables. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions doublement périodiques de seconde espèce.* Note de M. MITTAG-LEFFLER, présentée par M. Hermite.

« Soit $F(x)$ une fonction doublement périodique de seconde espèce, telle que

$$(1)\qquad \begin{cases} F(x+2K) = \mu F(x), \\ F(x+2iK') = \mu' F(x), \end{cases}$$

et soit

$$(2)\qquad F(a+\varepsilon) = A\varepsilon^{-1} + A_1 D\varepsilon^{-1} + \ldots + A_\alpha D^\alpha \varepsilon^{-1} + B + B_1\varepsilon + \ldots$$

pour le voisinage d'un pôle a de $F(x)$. M. Hermite a montré que $F(x)$ peut alors être représenté par la formule

$$(3)\qquad F(x) = \Sigma[Af(x-a) + A_1 Df(x-a) + \ldots + A_\alpha D^\alpha f(x-a)],$$

où la sommation embrasse tous les pôles a qui sont situés dans le parallélogramme des périodes

$$p + \xi\, 2K + \eta\, 2iK', \quad 0 \leqq \xi < 1, \quad 0 \gtreqless \eta < 1,$$

p étant une constante arbitraire.

» La fonction $f(x)$ est définie par l'égalité

$$(4)\qquad f(x) = \frac{H'(0)\,H(x+\omega)}{H(\omega)\,H(x)}\, e^{\lambda x},$$

où λ et ω sont des constantes telles que

$$(5)\qquad \mu = e^{\lambda 2K}, \quad \mu' = e^{-\frac{i\pi\omega}{K} + \lambda 2iK'}.$$

» C'est évident que la formule (3) est en défaut toutes les fois que

$$(6)\qquad \omega = \pm 2mK \pm 2niK',$$

où m et n sont des nombres entiers positifs au zéro. Chaque fois que ω a la forme (6), les deux constantes μ et μ' peuvent être mises sous la forme

$$(7)\qquad \mu = e^{\lambda' 2K}, \quad \mu' = e^{\lambda' 2iK'}.$$

» *La condition nécessaire et suffisante pour que la formule* (3) *soit en défaut est par conséquent que les deux constantes* μ *et* μ' *puissent être mises sous la forme* (7).

» Il paraît être d'une grande importance de trouver une formule qui remplace celle de M. Hermite dans ce cas d'exception. On peut facilement obtenir cette formule en employant le même procédé par lequel M. Hermite a déduit la formule

$$(8) \qquad F(x) = \sum \mathrm{a} + \mathrm{a}_1 D \frac{H'(x-a)}{H(x-a)} + \ldots + \mathrm{a}_\alpha D^\alpha \frac{H'(x-a)}{H(x-a)}$$

de la formule (3) ([1]), dans le cas où $F(x)$ est une fonction doublement périodique de première espèce.

» Je préfère pourtant suivre une autre voie peut être plus rigoureuse et qui a été employée maintesfois par M. Hermite. Soit $\mathfrak{F}(z)$ une fonction uniforme quelconque avec le seul point singulier essentiel $z = \frac{1}{0}$ et soit Δ la somme des résidus des différeuts pôles de cette fonction qui sont situés dans l'intérieur du parallélogramme $p + \xi\, 2K + \eta\, 2iK'$, sur le contour duquel il n'y a point de pôles.

» On a alors

$$(9) \qquad \left\{ \begin{aligned} 2\pi i \Delta = 2K & \int_0^1 [\mathfrak{F}(p + 2Kt) - \mathfrak{F}(p + 2iK' + 2Kt)]\, dt \\ & - 2iK' \int_0^1 [\mathfrak{F}(p + 2iK't) - \mathfrak{F}(p + 2K + 2iK't)]\, dt. \end{aligned} \right.$$

» Soit maintenant $F(x)$ une fonction doublement périodique de seconde espèce pour laquelle les deux constantes μ et μ' ont la forme (7) et mettons, en supprimant l'indice de λ,

$$(10) \qquad \mathfrak{f}(z) = \frac{H'(z)}{H(z)}\, e^{\lambda z},$$

et, pour un moment,

$$(11) \qquad \mathfrak{F}(z) = F(z)\, \mathfrak{f}(x - z).$$

» On a alors

$$(12) \qquad \left\{ \begin{aligned} & \mathfrak{F}(z + 2K) = \mathfrak{F}(z), \\ & \mathfrak{F}(z + 2iK') = \mathfrak{F}(z) + \frac{i\pi}{K} e^{\lambda(x-z)} F(z), \end{aligned} \right.$$

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXXV.

et, en employant la formule (9),

(13) $$\Delta = -e^{\lambda x}\int_0^1 e^{-\lambda(p+2Kt)}F(p+2Kt)\,dt.$$

» Supposons maintenant que x soit situé en dedans du parallélogramme $p+\xi\,2K+\eta\,2iK'$ et que

(14) $$F(a+\varepsilon) = a\varepsilon^{-1} + a_1 D\varepsilon^{-1} + \ldots + a_\alpha D^\alpha \varepsilon^{-1} + b + b_1\varepsilon + \ldots$$

dans le voisinage d'un pôle a. Le résidu qui correspond à ce pôle a devient alors [1]

$$af(x-a) + a_1 Df(x-a) + \ldots + a_\alpha D^\alpha f(x-a),$$

et l'on obtient

(15) $$F(x) = a_0 e^{\lambda x} + \Sigma[af(x-a) + a_1 Df(x-a) + \ldots + a_\alpha D^\alpha f(x-a)],$$

où

(16) $$a_0 = \int_0^1 e^{-\lambda(p+2Kt)}F(p+2Kt)\,dt,$$

et la sommation embrasse tous les pôles de $F(x)$ qui sont situés en dedans du parallélogramme des périodes.

» En mettant en (15) $x+2iK'$ au lieu de x, on obtient immédiatement

(17) $$F(x+2iK') = e^{\lambda 2iK'}F(x) - \frac{i\pi}{K}e^{\lambda x}\Sigma(a + a_1\lambda + \ldots + a_\alpha\lambda^\alpha)e^{-\lambda a},$$

d'où il suit que

(18) $$\Sigma(a + a_1\lambda + \ldots + a_\alpha\lambda^\alpha)e^{-\lambda a} = 0.$$

» Si l'on met, dans la formule (9), $F(z)$ au lieu de $\mathfrak{F}(z)$, on obtient, en observant que a est le résidu du pôle a,

(19) $$\left\{\begin{aligned} 2\pi i\sum a &= 2K(1-e^{\lambda 2iK'})\int_0^1 F(p+2Kt)\,dt \\ &\quad - 2iK'(1-e^{\lambda 2K})\int_0^1 F(p+2iK't)\,dt. \end{aligned}\right.$$

» Il est facile de déduire la formule (18) de (19) et *vice versa*.

» La formule (15) avec les deux formules adjointes (16) et (18) donnent

---

[1] *Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 693.

ainsi la représentation de $F(x)$ dans tous les cas où la formule (3) de M. Hermite est en défaut. Si $\lambda = 0$, $F(x)$ devient une fonction doublement périodique de première espèce, et la formule (15) se réduit alors à la formule (8) donnée par M. Hermite, dans sa Note de la sixième édition du *Calcul différentiel et intégral* par Lacroix. La formule (18) devient, dans ce cas,

$$\Sigma a = 0. \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la détermination d'équations numériques ayant un nombre donné de racines imaginaires.* Note de M. **Laguerre**, présentée par M. Hermite.

« Il est très facile de former des types d'équation ayant toutes leurs racines réelles et de celles-là on déduit, comme on le sait, par les moyens les plus élémentaires, un nombre indéfini d'équations qui ont toutes leurs racines imaginaires ou du moins ne peuvent avoir qu'une racine réelle.

» Il est moins aisé de former des équations ayant un nombre déterminé de racines réelles et un nombre déterminé de racines imaginaires; l'étude des polynômes entiers qui satisfont à une équation différentielle du second ordre fournit néanmoins un grand nombre de solutions de ce problème.

» Pour en donner un exemple, je considérerai l'équation

$$x\frac{d^2y}{dx^2} + (x+1)\frac{dy}{dx} - my = 0,$$

à laquelle satisfait le dénominateur f_m de la $m^{\text{ième}}$ réduite de la transcendante

$$e^x \int_x^\infty \frac{e^{-x}\,dx}{x}.$$

» On a, comme l'on sait [1],

$$f_m = x^m + m^2 x^{m-1} + \frac{m^2(m-1)^2}{1.2} x^{m-2} + \ldots + m.1.2.3\ldots mx + 1.2.3\ldots m.$$

et l'équation $f_m = 0$ a toutes ses racines réelles, inégales et négatives. Deux

---

[1] Voir ma Note *Sur l'intégrale* $\int_x^\infty \frac{e^{-x}\,dx}{x}$ (*Bulletin de la Société mathématique de France*, t. VII, p. 72).

polynômes f_m et f_n, où m et n désignent deux nombres entiers différents (je supposerai $m > n$), ne peuvent, d'ailleurs, avoir de racine commune.

» Cela posé, des deux identités

$$xf''_m + (x+1)f'_m = mf'_m$$

et

$$xf''_n + (x+1)f'_n = nf_n$$

on déduit aisément l'égalité suivante

$$xV' + (x+1)V = (m-n)f_m f_n,$$

où j'ai posé, pour abréger l'écriture,

$$V = f_n f'_m - f_m f'_n.$$

» L'équation $V = 0$ a, du reste, toutes ses racines inégales; car, si un nombre α annulait à la fois V et sa dérivée, il annulerait évidemment un des polynômes f_m et f_n sans annuler l'autre; en supposant qu'il annule f_m, il devrait annuler également f'_m, ce qui est impossible puisque l'équation $f'_m = 0$ a toutes ses racines inégales.

» De la relation précédente on déduit

$$x\frac{V'}{V} = (m-n)\frac{f_m f_n}{f_n f'_m - f_m f'_n} - x - 1.$$

» En désignant, avec Cauchy, par la lettre I l'indice d'une fonction et par ε une quantité positive très petite, j'en tire l'identité

$$\mathop{\mathrm{I}}_{-\infty}^{-\varepsilon} \frac{xV'}{V} = \mathop{\mathrm{I}}_{-\infty}^{-\varepsilon} \left[(m-n)\frac{f_m f_n}{f_n f'_m - f_m f'_n} - (x+1)\right],$$

où le premier membre est, au signe près, le nombre des racines négatives de l'équation $V = 0$, puisque le facteur x demeure négatif dans l'intervalle considéré. Dans le second membre, on peut négliger le terme $-(x+1)$, qui ne devient jamais infini pour aucune valeur finie de la variable, ainsi que le facteur positif $(m-n)$.

» On a d'ailleurs, d'après une proposition fondamentale due à Cauchy,

$$\mathop{\mathrm{I}}_{-\infty}^{-\varepsilon} \frac{f_m f_n}{f_n f'_m - f_m f'_n} = 1 - \mathop{\mathrm{I}}_{-\infty}^{-\varepsilon} \frac{f_n f'_m - f_m f'_n}{f_m f_n};$$

il suffit, pour le voir, de remarquer que le rapport

$$\frac{f_n f'_m - f_m f'_n}{f_m f_n} = \frac{(m-n)x^{m+n-1} + \ldots + (m-n).1.2.3\ldots m.1.2.3\ldots n}{x^{m+n} + \ldots + 1.2.3\ldots m.1.2.3\ldots n}$$

est négatif pour $x = -\infty$ et positif pour $x = -\varepsilon$.

» Les polynômes f_m et f_n étant premiers entre eux, on a

$$\operatorname*{I}_{-\infty}^{-\varepsilon} \frac{f_n f'_m - f_m f'_n}{f_m f_n} = \operatorname*{I}_{-\infty}^{-\varepsilon} \frac{f'_m}{f_m} - \operatorname*{I}_{-\infty}^{-\varepsilon} \frac{f'_n}{f_n} = m - n,$$

d'où

$$\rho = m - n - 1.$$

» En désignant de même par θ le nombre des racines positives de l'équation $V = 0$, on a

$$\theta = \operatorname*{I}_{+\varepsilon}^{+\infty} \frac{xV'}{V} = \operatorname*{I}_{+\varepsilon}^{+\infty} \frac{f_m f_n}{f_n f'_m - f_m f'_n};$$

ce nombre se réduit à

$$\operatorname*{I}_{+\varepsilon}^{+\infty} \frac{f_n f'_m - f_m f'_n}{f_m f_n},$$

puisque le rapport $\frac{f_n f'_m - f_m f'_n}{f_m f_n}$ conserve le même signe quand x varie depuis $+\varepsilon$ jusqu'à $+\infty$. Il est, du reste, égal à zéro, puisque l'équation $f_m f_n = 0$ n'a pas de racine positive.

» On en conclut que l'équation $V = 0$ n'a pas de racines réelles positives, et, comme elle a seulement $m - n - 1$ racines réelles négatives, elle a $2n$ racines imaginaires. »

PHYSIQUE. — *Sur la photographie de la portion infra-rouge du spectre solaire.* Note de M. **Abney**. (Extrait d'une Lettre adressée à M. A. Cornu.)

« Je prends la liberté de vous demander de présenter à l'Académie la copie photographique d'une Carte de la portion du spectre solaire moins réfrangible que la raie A; cette Carte a été construite d'après des photographies obtenues au moyen d'un réseau réfléchissant, d'environ 1 pouce et demi d'ouverture et contenant dix-sept mille deux cents raies par pouce; les photographies ont été obtenues sur un composé d'argent que j'ai préparé spécialement. Une description complète du procédé sera publiée par

la Société royale. Ce composé paraît sensible à toutes les radiations, car récemment je pense avoir photographié jusqu'à une distance très grande dans la partie la moins réfrangible du spectre prismatique.

» Les longueurs d'onde sont approximativement exactes; elles ont été relevées en couvrant la moitié de la fente et exposant la couche sensible à l'extrémité rouge du spectre du premier ordre. Un milieu absorbant convenable enlevait l'extrémité bleue du spectre du deuxième ordre; la seconde moitié de la fente était alors ouverte et la première couverte. Le spectre était photographié jusqu'à son extrémité la moins réfrangible. De cette manière, les deux spectres sont superposés et les longueurs d'onde s'obtiennent aisément sans grande erreur possible. Il est très facile de photographier des spectres d'émission. Je m'occupe en ce moment de cette étude.

» Je ferai remarquer que la photographie du spectre prismatique s'accorde avec les observations thermiques de Lamansky et peut-être aussi avec celles de sir J. Herschel.

» .... Depuis la construction de cette Carte, j'ai obtenu des épreuves photographiques du spectre solaire et des spectres de lumières artificielles qui s'étendent notablement plus loin et qui dépassent la longueur d'onde 19400. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la densité du chlore à de hautes températures.* Note de M. **J.-M. Crafts**, présentée par M. Friedel. (Extrait.)

« Au mois d'octobre de l'année 1878, M. Victor Meyer a décrit une nouvelle forme d'appareils pour la détermination de la densité des vapeurs, et dans une série de Notes qu'il a publiées dans le *Bulletin de la Société chimique de Berlin,* pour la plupart en commun avec M. C. Meyer, se trouvent de nombreuses déterminations faites à des températures très variées. Le procédé se recommande par une grande simplicité et rapidité de manipulation, tout en conservant une exactitude suffisante. Il a déjà été employé dans beaucoup de laboratoires, et l'on peut espérer qu'il rendra aux chimistes des services aussi importants que les deux autres méthodes classiques; mais la facilité avec laquelle MM. Meyer ont su résoudre un grand nombre de problèmes intéressants à l'aide de cette méthode est le meilleur témoignage en sa faveur. Dans cette série de travaux remarquables, la Note [1]

[1] *Berichte der chemischen Gesellschaft*, t. XII, p. 1426, juillet 1879.

sur la densité du chlore à une haute température a éveillé un intérêt tout spécial et a donné lieu à des développements théoriques de M. Brodie, à une Note de M. Lieben, proposant des hypothèses différant de celles de MM. Meyer, et à quelques critiques sur des détails expérimentaux auxquelles M. V. Meyer a répondu. J'ai cru pouvoir, dans ces circonstances, sans trop empiéter sur le terrain de M. Meyer, répéter une partie de ses expériences, en les modifiant de manière à aborder le sujet d'un côté un peu différent.

» On peut décrire en peu de mots le procédé général de M. Meyer et les modifications en question.

» Il prend un vase cylindrique à longue tige, en verre, en porcelaine ou en platine, qui est rempli d'air et chauffé à une température devant rester constante, au moins pendant les quelques minutes que dure l'expérience. On y introduit une quantité pesée d'une substance qui se transforme en vapeur ou qui se décompose en donnant un gaz, et la vapeur ou le gaz chasse une quantité équivalente d'air. On mesure l'air, et, pour avoir la densité, on compare son poids avec celui de la substance employée. Pour les températures inférieures au rouge sombre, un bain de métal ou une substance en ébullition suffit pour maintenir une température constante; quand il s'agit d'employer une plus forte chaleur, MM. Meyer chauffent un cylindre en porcelaine directement dans la flamme du fourneau à double paroi de M. Perrot, et le mérite capital de leur procédé consiste dans le petit espace de temps (deux à quatre minutes) qu'il faut pour achever une expérience, parce qu'on peut admettre que pendant ce temps la température de l'air chassé est la même que celle de la substance en vapeur. Toutes les expériences que j'ai faites à diverses températures me permettent de confirmer cette donnée. Mais je crois que la méthode calorimétrique [1] employée par ces auteurs est sujette à la critique.

(M. Crafts indique ici les objections qui peuvent être faites à cette méthode et montre que les évaluations de température qui en sont déduites sont trop élevées).

» La modification apportée à l'appareil de M. Meyer consiste à faire communiquer le cylindre en porcelaine avec deux tubes en U, calibrés et divisés en dixièmes de centimètre cube. A une branche des tubes est ajusté un vase mobile pour faire varier la pression; l'autre branche se termine en haut par un réservoir pouvant contenir environ 9^{cc} et communiquant

---

[1] *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, t. XII, p. 1115, 1196, 1284, 1427.

par un tube capillaire avec le cylindre. L'un des tubes verse son gaz à travers un tube de petites dimensions, en platine ou en argile, jusqu'au bas du cylindre en porcelaine; le gaz qui sort de celui-ci à sa partie supérieure pénètre dans le second tube en U pour être mesuré. On remplit les tubes avec le mercure, l'eau ou l'acide sulfurique concentré, suivant les circonstances.

» On peut facilement s'assurer, par des expériences faites à la température ordinaire, qu'on peut arriver à des résultats exacts à $0^{cc},02$ près quand on introduit dans le cylindre un volume d'un gaz mesuré dans un des tubes et qu'on mesure dans le second tube le volume d'un autre gaz déplacé. Quand il s'agit du chlore, il faut employer l'acide sulfurique et empêcher un contact prolongé avec les joints, qui sont en caoutchouc noir contenant très peu de soufre. Dans ces conditions le chlore attaque peu le caoutchouc, et l'absorption qui se produit est si lente, que les mesures restent suffisamment exactes. On chauffe le cylindre à une température quelconque, et l'on répète l'expérience en ayant soin d'entourer les deux tubes mesureurs avec de l'eau à une température constante.

» Deux expériences conduites de cette manière ont donné pour résultat que 10^{cc} de chlore pur et sec occupent, à la plus forte chaleur du fourneau, les mêmes volumes que $10^{cc},37$ et $10^{cc},24$ d'air à la même température. On a observé une diminution progressive du volume, qui, six minutes après la première observation, était de $0^{cc},04$ dans la première expérience et de $0^{cc},05$ dans la seconde. Un tuyau de pipe bien calciné a servi à introduire le chlore dans la partie inférieure du cylindre, et l'on pourrait objecter qu'une absorption physique ou une combinaison chimique du chlore avait eu lieu pour augmenter la densité apparente. Cette dernière objection tombe devant les résultats de deux autres expériences, où l'on a rempli le cylindre, chauffé très fortement, avec du chlore sec et mesuré le volume de ce chlore déplacé par 10^{cc} d'air. On a trouvé $9^{cc},98$ et 10^{cc} de chlore. La densité du chlore admise par MM. Meyer demande dans la première série 15^{cc} et dans la seconde $6^{cc},6$. Je me propose de soumettre à un contrôle expérimental la supposition peu probable que l'argile à cette température absorbe presque instantanément quatre ou cinq fois son volume de chlore, pour l'abandonner avec une même rapidité en contact avec l'air : c'est la seule hypothèse qui semblerait mettre ces observations d'accord avec celles de MM. Meyer. Deux autres expériences, où l'on a employé un tube épais et de petit diamètre en platine, ont donné $10^{cc},43$ et $10^{cc},30$ d'air déplacés par 10^{cc} de chlore, et une expérience précédente a

donné seulement $9^{cc},41$ d'air, parce qu'une partie du chlore était absorbée pour former une couche de chlorure de platine dans le tube; du reste, dans ce cas on observe une absorption plus marquée qui, cinq ou six minutes après la lecture, s'élève à $0^{cc},8$ ou $0^{cc},9$, et le tube est fortement attaqué sur une longueur de $0^{m},02$.

» Du brome qui avait à 445° la densité de 5,24 (théorie, 5,57) a donné, à la même température que le chlore, les densités de 4,39 et 4,48.

» La substance était pesée dans des tubes capillaires en verre, scellés à la lampe, qui éclataient après avoir été introduits dans le cylindre chauffé.

» De l'iode qui avait à 445° la densité 8,657 (théorie, 8,795) a donné, à la température ci-dessus, la densité 6,01 et 5,93.

» L'iode était pesé dans un cylindre en platine avec bouchon du même métal, pesant $2^{gr},5$.

» Ainsi, la seule expérience de MM. Meyer que j'aie répétée dans les mêmes conditions a donné un résultat analogue, et je suis d'accord avec eux pour admettre qu'à la plus haute température du fourneau Perrot, avec un très fort tirage, l'iode diminue de densité pour augmenter de volume dans la proportion d'environ 1 à 1,5, comparé avec l'air. La proportion pour le brome est environ de 1 à 1,2, et pour le chlore je n'ai pu trouver par la méthode employée une augmentation de volume de plus de quelques centièmes, au lieu de 50 pour 100 admis par MM. Meyer.

» Les déterminations avec l'iode et le brome du commerce ne sont que préliminaires, et je désire contrôler plus exactement la pureté de ces substances avant de présenter quelques déductions théoriques; il faut aussi réserver pour une prochaine Communication les détails d'expériences faites avec d'autres gaz permanents. »

PHYSIOLOGIE. — *De quelques faits relatifs à la sécrétion urinaire*. Note de MM. **Ch. Richet** et **R. Moutard-Martin**, présentée par M. Vulpian.

« I. D'autres substances que les sucres et la gomme agissent sur la sécrétion urinaire. Ainsi, en injectant dans les veines d'un chien une petite quantité de chlorure de sodium (3^{gr} dissous dans 12^{gr} d'eau, soit 0,2 de sel par kilogramme de l'animal), nous avons vu presque aussitôt apparaître de la polyurie. L'écoulement d'urine, qui était de trois gouttes par minute, s'éleva cinq minutes après l'injection à vingt-quatre gouttes par minute, sans que cependant la pression (mesurée dans l'artère carotide) ait varié notablement.

» Si, au lieu d'injecter le chlorure de sodium en solution concentrée, on l'injecte en solution diluée, le résultat paraît être à peu près le même. Ainsi, un chien ayant reçu dans les veines 4^{gr} de chlorure de sodium dissous dans 1000^{gr} d'eau (soit 0,5 de sel par kilogramme de l'animal), la sécrétion a été beaucoup plus abondante qu'auparavant : elle était d'abord de $0^{cc},28$ par minute; une demi-heure après l'injection de cette solution salée très étendue, elle s'est élevée à $1^{cc},45$ par minute.

» II. Il est certain que cette polyurie ne peut être attribuée à l'eau injectée avec le sel, attendu que l'introduction d'eau distillée dans le système veineux, loin d'augmenter la sécrétion urinaire, la diminue et peut même l'arrêter complètement.

» Plusieurs de nos expériences montrent bien cette action de l'eau pure. Dans un cas, la polyurie ayant été établie par une petite quantité de sucre, l'injection de 210^{gr} d'eau distillée tiède (soit 9^{gr} par kilogramme) a ralenti immédiatement la sécrétion, qui est tombée de $8^{cc},4$ par minute à $0^{cc},2$, sans que cependant les battements du cœur aient diminué de force ou de fréquence. Dans une autre expérience, l'écoulement normal de l'urine, qui était par minute de $1^{cc},5$ (polyurie relative due à l'élimination du curare), tomba, après l'injection de 200^{gr} d'eau distillée (soit 9^{gr} par kilogramme), à $0^{cc},08$ pendant les trois heures suivantes. La polyurie put être provoquée ensuite par l'injection de sucre. Si la quantité d'eau injectée est plus considérable, non seulement il y a arrêt de la sécrétion urinaire, mais encore impossibilité de la rétablir. Ainsi, dans une troisième expérience, un chien ayant reçu 1000^{gr} d'eau distillée dans les veines (soit 143^{gr} par kilogramme), il n'y eut plus après l'injection aucun écoulement d'urine. Même au bout de deux heures, ni l'injection de glycérine, ni l'injection de sucre, ne purent ramener la fonction rénale. Cependant la pression artérielle était un peu plus élevée qu'avant l'expérience.

» Après l'injection d'eau, l'urine devient toujours sanguinolente et partant albumineuse. Dans une quatrième expérience, la polyurie ayant été provoquée par une petite quantité de sucre, et l'urine s'écoulant limpide et incolore, l'injection de 50^{gr} d'eau (soit 6^{gr} par kilogramme) a diminué l'écoulement d'urine, qui est devenue aussitôt très sanguinolente.

» III. Nous avons expérimenté avec d'autres substances qui passent dans les urines et augmentent la sécrétion rénale, à savoir la glycérine, le phosphate de soude, l'urée, etc. Si l'on injecte de l'urine dans les veines, c'est-à-dire une solution diluée d'urée et de sels, la polyurie est très marquée. Il est facile avec certaines substances (le phosphate de soude, le sucre de

canne, la glycose, l'iodure de sodium, le ferrocyanure de potassium) de constater d'une manière très nette que la polyurie coïncide exactement avec l'élimination de la substance qui la provoque.

» Il est donc très probable que la diurèse est due au passage du diurétique. L'élimination de la substance entraîne l'élimination d'eau. Quant à l'eau elle-même, lorsqu'elle est injectée pure dans le système veineux, elle ne peut être éliminée que si elle contient des sels.

» IV. Ainsi nous pouvons conclure de nos diverses expériences :

» 1° L'eau distillée, injectée dans les veines, loin d'être diurétique, arrête la sécrétion ordinaire, même à la dose de 10gr par kilogramme de l'animal. A dose plus faible (à 5gr par kilogramme), elle diminue la sécrétion sans l'arrêter. A dose plus forte, l'arrêt est définitif, et la fonction du rein ne peut plus être rétablie.

» 2° Toutes les substances qui accidentellement ou normalement passent dans l'urine sont diurétiques, dès qu'elles se trouvent dans le sang en quantité supérieure aux proportions normales. En effet, leur élimination entraîne l'élimination d'une certaine quantité d'eau.

» 3° Le début de la diurèse coïncide exactement avec le début de l'élimination.

» 4° Que ces substances soient injectées concentrées ou diluées, le résultat est à peu près le même au point de vue de l'excrétion urinaire, car la polyurie paraît due uniquement à l'élimination des sels injectés.

» 5° Au point de vue thérapeutique, on peut prévoir que les médicaments diurétiques doivent être surtout recherchés parmi les substances qui se trouvent normalement dans l'urine (comme l'urée, les chlorures, les phosphates, etc.) ou les substances qui passent facilement dans l'urine (comme le sucre) [1]. »

MÉDECINE. — *Sur les lésions du rein et de la vessie dans l'empoisonnement rapide par la cantharidine.* Note de M. V. Cornil, présentée par M. Ch. Robin.

« M. Bouillaud a montré que les cantharides causaient une véritable pyélo-néphrite albumineuse, ce qui fut confirmé par les recherches de Morel-Lavallée et Gubler. M. Thadäus-Brovicz (*Centralblatt*, 1er mars 1879)

---

[1] Travail du laboratoire de M. le professeur Vulpian, à la Faculté de Médecine.

a trouvé un épanchement d'une substance grenue (paraglobuline) dans la capsule des glomérules et les lésions de la néphrite interstitielle.

» J'ai soumis des lapins à l'empoisonnement rapide par la cantharidine pour étudier les phénomènes intimes de cette néphrite. Par l'injection sous-cutanée de $0^{gr},01$ de cantharidine en solution dans l'éther acétique, on tue un lapin dans un temps qui varie entre vingt minutes et trois ou quatre heures. Sur un de ces animaux, mort en vingt minutes, l'urine contenait déjà de l'albumine et des flocons fibrineux. Dans ce fait, les cellules qui tapissent la surface interne de la capsule des glomérules étaient un peu tuméfiées, ainsi que leurs noyaux. Entre cette capsule et le bouquet glomérulaire il existait souvent, mais non dans tous les glomérules, des globules blancs renfermant pour la plupart des granulations hématiques très fines. Les cellules des tubes contournés présentaient ces mêmes granulations dans leur intérieur. Les cellules des tubes droits et collecteurs étaient normales.

» Le rein d'un lapin sacrifié quarante minutes après l'injection montrait, dans la capsule du glomérule, entre le bouquet vasculaire et la capsule, une quantité de leucocytes gonflés, remplis de granulations jaunâtres, au milieu desquelles apparaissait leur noyau rond, après la coloration au carmin. Ces éléments formaient une zone épaisse tout autour des anses glomérulaires, excepté au point où les vaisseaux efférents et afférents percent la capsule. Les cellules plates de la paroi interne de la capsule étaient partout en place, mais tuméfiées. La cavité des cellules des tubes contournés est remplie de granules hématiques. Dans la lumière de ces tubes on trouve quelques leucocytes et quelques globules rouges. Il en est de même dans les tubes droits et collecteurs, dont les cellules sont normales.

» Les reins des lapins sacrifiés ou morts une, deux, trois ou quatre heures après l'injection du poison offrent constamment les mêmes lésions : congestion intense, distension des vaisseaux, rougeur sanguinolente de la pyramide. Dans les glomérules, le bouquet vasculaire est séparé de la capsule par une zone plus ou moins épaisse de liquide tenant en suspension des globules blancs et des granulations jaunâtres. La membrane capsulaire présente tantôt ses cellules endothéliales gonflées, contenant ces mêmes granulations, tantôt seulement des noyaux en assez grand nombre qui sont appliqués sur elle, le corps cellulaire étant en quelque sorte liquéfié et détruit.

» Les cellules des tubes contournés sont remplies de granulations jaunes et de liquide.

» Après une heure et demie ou deux heures d'intoxication, l'épithélium des tubes droits et des larges tubes collecteurs de la papille est complètement modifié. Au lieu d'une seule couche de cellules cylindriques qui augmentent de longueur à mesure qu'on se rapproche de l'extrémité de la papille, où elles sont très longues et minces, on trouve partout des cellules irrégulièrement polyédriques qui remplissent presque complètement ces tubes. Ces cellules, pavimenteuses par compression réciproque, irrégulières, indifférentes comme forme, possèdent un protoplasma un peu granuleux qui contient souvent des globules rouges pâlis, petits ou fragmentés en granulations hématiques. Elles sont assez volumineuses et leur noyau est arrondi, tandis que le noyau des cellules normales est ovoïde. Quelques-unes sont libres au centre du tube qu'elles remplissent. Assez souvent on trouve des cellules qui possèdent deux noyaux.

» Dans ces tubes droits et collecteurs on peut voir, le long de leur paroi et appliquées contre elle, des cellules qui ont la forme d'un coin, qui sont situées entre les cellules pavimenteuses, qui s'aplatissent par leur base contre la paroi et qui s'interposent entre deux cellules par leur extrémité. Elles possèdent un petit noyau rond et elles se colorent fortement par le carmin. Entre les cellules pavimenteuses, des cellules de même nature, également petites et fortement colorées au carmin, prennent une forme étoilée. Celles-ci présentent des crêtes d'empreinte, des arêtes et des faces concaves lamellaires moulées sur les surfaces convexes des cellules voisines. Je considère ces cellules comme des cellules migratrices interposées aux cellules polyédriques, beaucoup plus volumineuses.

» En résumé, la cantharidine, dont l'action se manifeste en même temps sur d'autres organes, détermine d'abord dans le rein, presque aussitôt après son introduction sous la peau, une sortie des globules blancs et des globules rouges des vaisseaux glomérulaires, une imprégnation et un gonflement des cellules de la capsule des glomérules et des tubes contournés par un liquide contenant des granulations hématiques ; peu de temps après, se manifeste une inflammation des tubes droits et collecteurs, caractérisée par une modification de la forme de leurs cellules et par la migration de leucocytes. La modification de forme des cellules qui offrent à l'état normal une configuration fixe et qui, sous l'influence de l'inflammation, deviennent indifférentes ou irrégulièrement polyédriques est un fait à peu près constant dans tous les organes.

» La vessie, après la première émission d'une quantité notable d'urine, qui a lieu quinze ou vingt minutes après l'empoisonnement, revient sur elle-même et reste contractée. Sa surface est rouge ; elle renferme quelques gouttes d'une urine trouble, où l'on trouve des leucocytes et de très grandes cellules sphériques ou allongées et plates. Une heure après l'intoxication, ces grosses cellules, qui contiennent de deux à huit ou dix noyaux ronds, sont les unes libres dans l'urine, les autres encore adhérentes à la surface de la muqueuse et en train de se détacher. Les cellules allongées sont irrégulières à leurs bords ; elles offrent des prolongements à angles mousses. Leur protoplasma, granuleux, solide, homogène, se colore en jaune par le picrocarmin, tandis que les noyaux deviennent rouges. On voit assez souvent un noyau en voie de division ou des noyaux plus petits que les autres situés à côté d'un noyau plus gros. »

TÉRATOLOGIE. — *Recherches sur le mode de formation des monstres otocéphaliens.* Note de M. C. **Dareste.**

« J'ai montré, dans mon Livre sur la *Tératogénie expérimentale*, que, dans le groupe des monstres simples autosites, les genres ou types tératologiques appartenant à une même famille proviennent d'un même fait initial, d'une même modification de l'évolution embryonnaire. Toutefois, je n'avais pu déterminer alors le fait initial qui produit les monstres otocéphaliens : j'en avais conclu que cette famille n'était pas naturelle et qu'elle devait être rayée de la classification tératologique. De nouvelles recherches m'ont conduit à rectifier ma première opinion, et par conséquent à constater une fois de plus la merveilleuse exactitude de l'œuvre d'Is. Geoffroy Saint-Hilaire.

» Les monstres otocéphaliens sont caractérisés par le rapprochement ou l'union médiane des oreilles dans la région inférieure de la face qui est plus ou moins imparfaite.

» Huschke, dans son célèbre Mémoire sur le développement de l'œil, explique la formation de l'otocéphalie par un arrêt de développement des deux premières fentes branchiales. Ces fentes se produisent de dedans en dehors; puis elles s'oblitèrent de la même façon, de dedans en dehors, mais restent ouvertes à leur extrémité extérieure qui devient le point de départ de la trompe d'Eustache, de la caisse et du conduit auditif externe. Lorsque ces fentes s'arrêtent dans leur développement, leurs extrémités

extérieures, qui doivent former les oreilles moyennes, sont beaucoup plus rapprochées que dans l'état normal. Les oreilles moyennes sont ainsi juxtaposées, et parfois même plus ou moins fondues ensemble. Ce rapprochement des oreilles moyennes détermine, à son tour, le rapprochement des oreilles externes.

» Des recherches récentes m'ont appris que cet arrêt de développement des deux premières fentes branchiales n'est lui-même qu'un fait consécutif et qu'il est déterminé par un arrêt de développement de cette partie du tube médullaire qui deviendra la moelle allongée.

» Dans l'évolution normale, la moelle allongée, de même que les autres régions de l'encéphale, résulte de l'évasement d'une certaine partie du sillon médullaire, évasement qui se transforme en une vésicule close par le repli et l'union de ses bords. Cette vésicule présente alors des parois latérales et inférieures blanches et opaques, une paroi supérieure transparente. Dans l'otocéphalie, la région du sillon médullaire qui correspond à la moelle allongée se ferme sans s'évaser. Elle se présente alors, comme la moelle épinière, qu'elle continue en avant, sous la forme d'un tube fermé et ayant, comme elle, l'aspect de deux cordons blancs juxtaposés et non séparés par une membrane transparente.

» Il résulte de ce développement incomplet de la moelle allongée que les fossettes auditives, qui se produisent contre ses parois, sont alors beaucoup plus rapprochées que dans l'état normal. Le rapprochement de ces fossettes, qui deviennent les vésicules auditives, puis les oreilles internes, entraîne l'arrêt de développement des deux premières fentes branchiales signalé par Huschke, et par conséquent le rapprochement et parfois aussi l'union des parties qui constituent les oreilles moyennes et externes.

» Voilà donc le fait initial de l'otocéphalie ; fermeture précoce de la partie du tube médullaire qui correspond à la moelle allongée, et, par suite, rapprochement des fossettes auditives.

» Voyons maintenant comment se produisent les différents types de la famille des monstres otocéphaliens.

» La fermeture précoce de la partie du sillon médullaire qui deviendra la moelle allongée peut être limitée à cette partie du sillon. Dans ce cas, qui ne se produit que très rarement, les vésicules antérieures de l'encéphale se développent d'une manière normale. Tel est le type de la *sphénocéphalie*, dans lequel l'union des oreilles coexiste avec l'existence de deux yeux distincts et dans leur position ordinaire.

» Dans d'autres cas, et ce sont les plus nombreux, la fermeture précoce

de la partie du sillon médullaire qui correspond à la moelle allongée s'accompagne de la fermeture plus ou moins précoce de l'extrémité antérieure du sillon, celle qui correspond à la vésicule des lobes optiques et à la vésicule antérieure. J'ai montré, dans un travail précédent, comment la fermeture très précoce de ces deux vésicules détermine le type de la *triocéphalie*, dans lequel l'otocéphalie se complique de l'absence des yeux, et comment la fermeture un peu moins précoce de ces vésicules, mais plus précoce cependant que dans l'évolution normale, détermine l'union des yeux ou la cyclopie, qui, bien que pouvant se produire indépendamment de l'otocéphalie, l'accompagne dans bien des cas.

» Les otocéphales cyclopes se rattachent à plusieurs types distincts, comme les cyclopes proprement dits, types caractérisés par certaines modifications de l'appareil olfactif et par certaines modifications de la bouche et des mâchoires. Ainsi l'appareil olfactif, complètement séparé, chez tous les cyclopes, de la cavité buccale, se développe parfois sous la forme d'une trompe, tandis que dans d'autres cas il reste rudimentaire. De même, la bouche peut manquer et les mâchoires restent rudimentaires. La combinaison de ces différents caractères produit les types désignés par Is. Geoffroy Saint-Hilaire sous les noms d'*otocéphalie* proprement dite, d'*édocéphalie* et d'*opocéphalie*. Comme ces types ne présentent pas toutes les combinaisons possibles de caractères, il est probable que de nouveaux types, actuellement inconnus, viendront prendre place à côté des précédents.

» Je ferai remarquer, en terminant ce Mémoire, que les monstruosités qui affectent la région céphalique, à l'exception des *exencéphalies*, dépendent toutes de la fermeture tardive ou précoce, totale ou partielle, du sillon médullaire. L'*otocéphalie* et la *cyclopie* résultent de la fermeture précoce; l'*anencéphalie* et la *pseudencéphalie* résultent de la fermeture tardive. On s'explique ainsi comment l'otocéphalie et la cyclopie d'une part, l'anencéphalie et la pseudencéphalie de l'autre sont généralement incompatibles et ne s'accompagnent pas sur le même sujet. On peut concevoir toutefois l'existence de cas dans lesquels la fermeture du sillon médullaire, précoce dans certaines régions, serait tardive dans d'autres. On a cité le fait d'un embryon atteint à la fois de cyclopie et d'hydrorachis : c'est, d'ailleurs, le seul de ce genre dont j'aie connaissance. »

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la structure, le développement et la signification pathologique du tubercule.* Note de MM. **Kiener** et **Poulet**, présentée par M. Larrey.

« Des recherches sur la structure et le développement du tubercule chez l'homme et chez les animaux inoculés nous ont amenés aux résultats suivants ([1]) :

» A. Structure du tubercule dans les tissus de substance conjonctive (séreuses, néomembranes pleurales et péritonéales, pie-mère, synoviales articulaires, périoste, moelle des os, ganglions lymphatiques). Le tubercule dans ces tissus est tantôt simple, tantôt congloméré, tantôt infiltré; il répond à deux types de structure : cellulaire ou fibreux.

» I. *Tubercule cellulaire.* — 1° *Forme simple.* Sous sa forme la plus simple, le tubercule, invisible ou à peine visible à l'œil nu, est formé par un renflement sphérique ou fusiforme d'un vaisseau sanguin, plus rarement d'un vaisseau lymphatique, et par l'agglomération autour de ce renflement d'un certain nombre de cellules.

» S'il s'agit d'un vaisseau capillaire à une seule tunique, le renflement vasculaire est constitué par l'hypertrophie et l'hyperplasie des cellules endothéliales d'une portion limitée du vaisseau. Ces cellules, subissant une dégénération vitreuse, se fusionnent en un cylindre plein, dont la coupe transversale donne l'apparence d'une *cellule géante* à couronne marginale de noyaux (capillaire vitreux). Autour de ce renflement se groupent un certain nombre de cellules migratrices et quelques cellules fixes du tissu conjonctif, elles-mêmes hyperplasiées; ces derniers éléments forment parfois autour du vaisseau un périthélium complet, mais à éléments discontinus.

» S'il s'agit d'un vaisseau capillaire à deux ou à trois tuniques, le renflement vasculaire est produit: 1° par une prolifération active des cellules endothéliales qui se disposent à la manière d'un épithélium stratifié, et dont les plus intérieures se fusionnent en une masse vitreuse, très irrégulière de forme, qui doit également être considérée comme une variété de

([1]) Ces résultats ont déjà été consignés partiellement dans une Note sur la périostite tuberculeuse, publiée dans la *Gazette hebdomadaire de Médecine et de Chirurgie* (28 novembre 1879, n° 48, p. 758).

cellule géante; 2° par la formation d'un tissu conjonctif embryonnaire aux dépens de la tunique externe du vaisseau. Le vaisseau est ainsi transformé en un cordon plein, dont la section transversale donne l'image connue sous le nom de *Follicule tuberculeux*.

» 2° *Forme conglomérée*. — Le tubercule congloméré, dont le volume atteint et dépasse celui d'un grain de mil, est formé par l'intrication plexiforme de vaisseaux capillaires ayant subi les altérations décrites plus haut. La dissociation d'un pareil nodule met en évidence des cordons résistants, plus ou moins cassants, bosselés, ramifiés, constitués par une paroi fibreuse et par un contenu opaque et jaunâtre. La coupe faite au rasoir montre une agglomération de follicules arrondis ou allongés, à contenu épithélioïde, réunis entre eux par un tissu conjonctif fibrillaire, dans lequel sont disséminés des capillaires vitreux.

» 3° *Forme infiltrée*. Le tubercule infiltré est constitué par un tissu de granulation pourvu d'un riche réseau de capillaires sanguins, dont la plupart ont un endothélium à couches multiples et dont quelques-uns sont transformés en cylindres vitreux ou en cordons folliculaires.

» II. *Tubercule fibreux*. — Une série de formes intermédiaires établissent la transition entre le tubercule cellulaire et le tubercule fibreux, et permettent de rattacher ces divers produits à un processus unique, dans lequel l'altération typique des vaisseaux sanguins, anciens ou de nouvelle formation, est le phénomène capital. A mesure que la marche du tubercule devient plus chronique, la néoplasie fibreuse se substitue à la néoplasie embryonnaire; la tendance à la formation des formes cellulaires géantes est de moins en moins prononcée; la périartérite prédomine sur l'endartérite, et, dans la lumière même du vaisseau, le rétrécissement et l'obstruction sont dus à l'épaississement fibreux de la tunique interne plutôt qu'à la prolifération endothéliale.

» B. Structure du tubercule dans les organes glandulaires. — Dans les glandes, le tissu interstitiel peut être seul en cause et donner naissance à des tubercules dont la structure est analogue à celle des tubercules du tissu conjonctif. Mais, dans d'autres cas, l'élément glandulaire participe à la formation du tubercule. C'est ainsi que le tube séminifère dans le testicule, la bronchiole dans le poumon, remplis et distendus par des produits de prolifération épithéliale ou par du pus, constituent une sorte de noyau autour duquel le tissu interstitiel, transformé en tissu embryonnaire, présente les images caractéristiques de l'altération vasculaire : capillaires vitreux et follicules.

» C. Développement et marche du tubercule. — Considérée dans son développement, la néoplasie tuberculeuse traverse deux phases successives :

» 1° *Formation nodulaire.* — Les nodules, développés le plus souvent sur le trajet des conduits tubulés : vaisseaux sanguins et lymphatiques, tubes et conduits excréteurs des glandes, sont constitués d'une part par la prolifération des cellules endothéliales ou épithéliales du conduit, d'autre part par la néoformation d'un tissu conjonctif embryonnaire ou fibreux aux dépens de la tunique externe de ce conduit.

» 2° *Phase hypertrophique et dégénérative.* — Les divers éléments anatomiques du tissu embryonnaire nouvellement formé ou les éléments préexistants du tissu normal présentent une tendance à s'hypertrophier, à se fusionner pour former des cellules géantes. Cette tendance hypertrophique se manifeste de préférence et débute habituellement dans les éléments épithéliaux des glandes et dans les éléments endothéliaux des vaisseaux. Elle a pour dernier terme une dégénérescence spéciale, vitreuse, des éléments anatomiques, et pour conséquence l'oblitération des vaisseaux. Celle-ci entraîne à son tour la dégénération graisseuse et l'irrémédiable destruction des tissus.

» D. Signification pathologique du tubercule. — L'altération nodulaire des conduits tubulés des organes et des tissus, ainsi que la marche envahissante de la dégénération, différencie le processus tuberculeux des autres inflammations de cause banale ou de cause spécifique, dans les produits desquelles ont été également rencontrés les cellules géantes et les vaisseaux atteints d'endartérite et de périartérite [1]. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la disposition cratériforme des facules et des granulations solaires.* Note de dom Lamey.

« D'après une Note récente de M. Janssen [2], je me serais mépris complètement en attribuant au phénomène du *réseau photosphérique* l'aspect réticulé observé le 16 novembre 1879; une photographie, prise ce même jour à Meudon, prouve que le phénomène était dû à des facules et non à des granulations.

---

(1) Travail du laboratoire d'Histologie du Val-de-Grâce.

(2) *Comptes rendus*, séance du 5 janvier dernier.

» Je n'ai point à contredire l'assertion de M. Janssen, du moment qu'il restreint la dénomination de *réseau photosphérique* au seul cas d'un réticule produit par les granulations; toujours est-il que l'observation en question démontre que les facules peuvent se disposer, elles aussi, en cirques cratériformes, et c'est là le point essentiel. Le P. Secchi avait déjà fait mention d'observations analogues pour les facules (*le Soleil*, t. I, p. 111 et 113) et même pour les granulations (p. 114); on voit qu'il n'avait pas toujours pu établir une distinction bien tranchée entre ces deux phénomènes communs à la photosphère. J'ai sous les yeux une figure synoptique de la structure granulaire du Soleil, telle que M. Huggins la présentait, en mai 1866, à la *Royal astronomical Society* [1]. Elle montre, avec évidence, que la tendance des granulations à former un réseau n'avait pas échappé à l'habile observateur; elle infirme, par conséquent, l'assertion de M. Janssen, que la découverte du réseau ne pouvait être faite que par la photographie. L'œil peut donc voir une partie de ce que les photographies de l'Observatoire de Meudon ont révélé avec de si admirables détails. »

HYDROLOGIE. — *Sur la température des eaux souterraines de Paris pendant le mois de décembre* 1879. Note de M. ALF. DURAND-CLAYE.

« Le mois de décembre, si rigoureux, que nous venons de traverser à la fin de 1879, a présenté, au point de vue de la température des eaux souterraines, quelques particularités que nous avons été à même d'observer et que nous croyons devoir être signalées.

» Nous avons fait constater chaque jour la température de l'eau du collecteur de Clichy, qui réunit les quatre cinquièmes des eaux d'égout de Paris; nous l'avons rapprochée des températures de la Seine et de l'air, prises à Clichy. Tandis que la moyenne générale de la température de l'air a été de — 7°,6 pour le mois et que la Seine s'est tenue presque constamment aux environs de 0°, la température moyenne de l'eau d'égout a été de 6°,1 au-dessus de zéro; elle s'est maintenue, même au moment des plus grands froids, entre 5° et 7°,5. Nous avions signalé cette propriété dès 1868, mais elle n'avait pas encore eu occasion de se manifester dans des circonstances aussi décisives. Elle est due au réchauffement qu'éprouve même l'eau la plus froide en circulant dans des galeries souterraines comme sont les égouts de Paris; la durée moyenne de circulation de l'eau,

(1) CHAMBERS, *Descriptive Astronomy*; Oxford, 1867, in-8°, p. 26.

entre la chute aux bouches d'égout et la sortie en Seine à Clichy, est de quatre heures environ.

» Le collecteur de rive gauche, qui passe sous le quartier de l'Étoile en souterrain profond et ne se réunit au collecteur de rive droite qu'à Clichy même, accusait une température supérieure de 1° environ (6° et 7° contre 4° et 5°) à la température du collecteur de rive droite.

» Un autre égout collecteur, qui n'écoule que le cinquième environ des eaux de Paris et sort de l'enceinte à la porte de la Chapelle, pour venir déboucher soit dans la plaine de Gennevilliers, soit en Seine à Saint-Denis, a présenté le même phénomène, mais avec une circonstance particulière. Le tronc principal de cet égout, qui dessert Montmartre et la Chapelle, a conservé une température de 4° à 6°,5, analogue à celle du grand collecteur de Clichy. Mais il reçoit, à la porte de la Chapelle, une branche qui a traversé tout le quartier industriel de la Villette et de la Chapelle; dans cette branche, les eaux de condensation et les eaux industrielles des usines ont maintenu une température qui a varié de 13° à 19°, et à l'aval de la jonction la température de l'égout s'est trouvée maintenue entre 12° et 17°.

» La chaleur relative des eaux d'égout s'est traduite par une influence des plus marquées surla congélation de la Seine. Sur la moitié droite de son parcours, la Seine n'a jamais été prise entre Clichy et Argenteuil; la moitié gauche était au contraire entièrement prise, et à l'amont du débouché du collecteur, vers le pont du chemin de fer, la glace était assez épaisse sur toute la largeur pour qu'on ait effectué couramment la traversée du fleuve. Cette influence pourrait peut-être trouver, le cas échéant, une application dans la traversée même de Paris, en faisant déboucher pendant quelques jours, le long des quais, les eaux des collecteurs.

» Une autre conséquence de la température élevée des eaux d'égout a été leur emploi agricole, poursuivi même pendant les gelées excessives de décembre. Dans les premiers jours du mois, nous avions pensé que personne ne ferait d'irrigations par des froids aussi intenses et en présence d'une épaisse couche de neige; nous avions donné l'ordre d'arrêter l'usine élévatoire. Mais un certain nombre de cultivateurs de la plaine de Gennevilliers sont venus nous prier de leur monter de l'eau, afin de débarrasser leurs champs de la neige et de leur permettre, par la fusion obtenue à l'aide des eaux d'égout, de récolter divers produits, tels que poireaux, choux, etc. (1).

(1) L'usine a fonctionné seize jours et a élevé un cube total de 322005^{mc}, soit 20125^{mc}

» Une autre série d'observations a été faite sur les eaux de la nappe souterraine d'infiltration qui se trouve sous la plaine de Gennevilliers, à une profondeur variant de 2^m à 4^m. Il a été établi récemment, dans cette nappe, de forts drains de $0^m,45$ de diamètre intérieur. La température des eaux souterraines que débitaient ces drains, prise aux regards situés en divers points de leur parcours, a été trouvée constamment, pendant toute la durée des grands froids de décembre, comprise entre $+11°$ et $+13°$. Ces chiffres se rapprochent de ceux qui ont été indiqués pour la température du sous-sol par divers auteurs, et notamment par MM. Becquerel et Dehérain dans leurs belles expériences du Muséum. Au moment de la débâcle et de la crue de la Seine, nous avons dû suspendre l'écoulement des drains à la rivière, dont le niveau s'était brusquement élevé, et nous avons fermé les vannes disposées *ad hoc* en tête de chacun d'eux. Le mouvement de circulation et d'évacuation des eaux s'est trouvé suspendu; à chacun des regards communiquant avec l'atmosphère, l'eau de la nappe s'est trouvée immobile : la température de cette eau s'est alors abaissée, quoique l'air se fût relativement réchauffé. Le 5 janvier, la température de l'eau aux divers regards était de 3°,8 à 4°,7, la Seine marquant 3°; le 9 janvier, la nappe marquait aux regards 3°,1 à 3°,9, pour une température de 2°,8 en Seine.

» Pendant toute la durée de leur écoulement en Seine, les drains qui débouchaient sur la rive gauche du fleuve produisaient, en petit, dans la masse de glace qui couvrait le fleuve de ce côté, un effet analogue à celui des collecteurs sur la rive droite : sur une longueur de 80^m à 150^m, et sur une largeur de 8^m à 10^m, la Seine était libre de toute glace. Ajoutons enfin que le débit de ces drains avait notablement baissé pendant cette période et était tombé, pour les deux principaux, de 8000^{mc} environ par jour à 1800^{mc} et 3000^{mc}. »

M. A. Gaudin adresse une Note relative aux causes qui ont déterminé la crue anormale de la Seine dans les premiers jours de janvier.

Suivant l'auteur, les méthodes qui servent généralement à prévoir les crues ne sont pas applicables à celles qui résultent d'un dégel survenant après un froid intense et prolongé, surtout quand le sol, devenu imperméable par la gelée, est couvert d'une épaisse couche de neige. Dans de

---

par jour de marche et 10174^{mc} par jour du mois. En moyenne, l'irrigation s'est étendue, par jour de marche, sur $31^{ha},75$, avec un cube de 634^{mc} par hectare.

semblables circonstances, on ne saurait trop se hâter de prendre des précautions, en prévision d'une crue qui peut échapper à toutes les règles applicables dans les conditions ordinaires.

La séance est levée à 4 heures un quart.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 12 janvier 1880.

(suite.)

De la prophylaxie de la cécité au point de vue des ophthalmies contagieuses et épidémiques; par le Dr Appia. Lausanne, impr. L. Corbaz, 1879; br. in-8°.

Sull' andamento dell' attività solare dal 1871 *al* 1878. Nota di P. Tacchini. Sans lieu ni date; opuscule in-4° avec deux planches in-folio.

D. Ragona. *Paolo Volpicelli. Cenno biografico.* Modena, Societa tipografica, 1879; in-8°.

On the precession of a viscous spheroid and on the remote history of the Earth; by G. H. Darwin. Sans lieu ni date; in-4°. (From the *Philosophical Transactions of the royal Society*.)

Problems connected with the tides of a viscous spheroid; by G. H. Darwin. Sans lieu ni date; in-4°. (From the *Philosophical Transactions of the royal Society*.)

Zur Geschichte der Theorie der elliptischen Transcendenten in den Jahren 1826-29; *von* L. Koenigsberger. Leipzig, B. G. Trubner, 1879; br. in-8°. (Présenté par M. Hermite.)

Vorlesungen ueber die Theorie der hyperelliptischen Integrale; von Dr L. Koenigsberger. Leipzig, B. G. Trubner, 1878; in-8°. (Présenté par M. Hermite.)